

TNO-rapport
TM-96-B013

titel
**De invloed van training in elkaars
takken op de besluitvorming in teams**

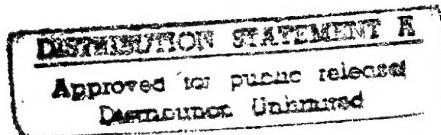
37

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg
Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

auteurs
J.M.C. Schraagen
P.C. Rasker

datum
2 september 1996



Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's : 57 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

© 1996 TNO

19970212 046

DTIC QUALITY INSPECTED 3

titel : De invloed van training in elkaars taken op de besluitvorming in teams
auteurs : Dr. J.M.C. Schraagen en drs. P.C. Rasker
datum : 2 september 1996
opdrachtnr. : B96-020
IWP-nr. : 787.2
rapportnr. : TM-96-B013

Bij veel militaire plannings- en besluitvormingstaken spelen teams een belangrijke rol. Onder een team wordt verstaan: twee of meer individuen met specialistische kennis en eigen (sub)taken die van elkaar informatie afhankelijk zijn en die gezamenlijk werken aan hetzelfde doel. Vooral in omgevingen waarin onder tijdsdruk veel informatie moet worden uitgewisseld tussen teamleden, is het van belang dat teamleden van elkaar taken en informatiebehoefte en -verwerking op de hoogte zijn, omdat teamleden dan tijdig en ongevraagd de juiste informatie aan elkaar kunnen geven. Als goed op elkaar ingespeelde teamleden op elkaar informatiebehoefte en -verwerking anticiperen, is het waarschijnlijk dat de teamleden een 'gemeenschappelijk mentaal model' hebben ontwikkeld.

In dit rapport wordt een experiment beschreven dat gebruik heeft gemaakt van een paradigma voor teambesluitvorming waarmee gemeenschappelijke mentale modellen experimenteel kunnen worden gemanipuleerd en de effecten ervan objectief kunnen worden gemeten. De taak wordt uitgevoerd door twee teamleden die van elkaar informatie afhankelijk zijn. Door middel van het trainen in elkaar taken ('cross-training') is een gemeenschappelijk mentaal model bij de teamleden uit de experimentele groep bewerkstelligd. Bovendien hebben de teamleden uit de experimentele groep tijdens de training de mogelijkheid gehad om strategieën door te nemen en elkaar op de hoogte te brengen van de informatiebehoefte en -verwerking. De controlegroep kreeg alleen informatie op papier over de taak van het teamlid. De hoeveelheid informatie over de taken was in beide condities verder gelijk. De taak bestond uit het bestrijden van zoveel mogelijk calamiteiten (branden) middels een tijdige en voldoende inzet van resources (brandweerauto's). Het ene teamlid (de 'waarnemer') had als taak de branden te detecteren en ontwikkelingen in de branden door te geven aan het andere teamlid (de 'beslisser') dat als taak had brandweerauto's in te zetten. Teamleden communiceerden via standaard computerberichten. Calamiteiten waren in de vorm van scenario's vastgelegd. Er waren normatief eenvoudige en normatief moeilijke scenario's gedefinieerd.

De resultaten lieten zien dat het bewerkstelligen van een gemeenschappelijk mentaal model bij teamleden kan bijdragen aan efficiënte communicatie. Zo hebben de waarnemers uit de teams waarbij een gemeenschappelijk mentaal model was bewerkstelligd vaker ongevraagd essentiële informatie verstrekt dan de overige waarnemers. Bovendien waren de waarnemers uit de experimentele groep adequater in hun berichtgeving tijdens kritieke momenten dan de waarnemers uit de controlegroep. Desondanks zijn de effecten van de experimentele manipulatie niet groot. Een verklaring daarvoor zou kunnen zijn dat wanneer gebruik wordt gemaakt van scenario's als stimuli voor een taak, men het gevaar loopt dat deze niet geheel onder experimentele controle staan. Eventuele verschillen tussen de controle- en experimentele groep kunnen daardoor wellicht niet meer tot uitdrukking komen.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-B013	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-B013
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 787.2	5. CONTRACT NUMBER B96-020	6. REPORT DATE 2 September 1996
7. NUMBER OF PAGES 57	8. NUMBER OF REFERENCES 22	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim
10. TITLE AND SUBTITLE De invloed van training in elkaars taken op de besluitvorming in teams (The impact of cross-training on team decision making)		
11. AUTHOR(S) J.M.C. Schraagen and P.C. Rasker		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence Research Schoemakerstraat 97 2628 VK Delft		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) In planning and decision making tasks in which a lot of information has to be exchanged among team members under time pressure, it is of importance that team members are aware of each other's tasks and information needs and processing, because in that case team members can provide each other with the right information in time and without being explicitly asked for it. When well-coordinated teams anticipate on each other's information needs, this is taken as evidence that members of the team have developed a 'shared mental model'. In this report an experiment is described that has used a paradigm for team decision making with which shared mental models can be manipulated experimentally and their effects can be measured objectively. The task is carried out by two team members who are dependent on each other's information. By means of cross-training in each other's tasks, a shared mental model has been established by team members in the experimental group. The control group only received information about the team member's task on paper and was not cross-trained. The results showed that cross-training contributes to efficient communication by volunteering information without the other team member having to explicitly request it.		
16. DESCRIPTORS		IDENTIFIERS
Command and Control Decision Making Training		Teams
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : De invloed van training in elkaars taken op de besluitvorming in teams
auteurs : Dr. J.M.C. Schraagen en drs. P.C. Rasker
datum : 2 september 1996
opdrachtnr. : B96-020
IWP-nr. : 787.2
rapportnr. : TM-96-B013

Bij veel militaire plannings- en besluitvormingstaken spelen teams een belangrijke rol. Onder een team wordt verstaan: twee of meer individuen met specialistische kennis en eigen (sub)taken die van elkaar afhankelijk zijn en die gezamenlijk werken aan hetzelfde doel. Vooral in omgevingen waarin onder tijdsdruk veel informatie moet worden uitgewisseld tussen teamleden, is het van belang dat teamleden van elkaar taken en informatiebehoefte en -verwerking op de hoogte zijn, omdat teamleden dan tijdig en ongevraagd de juiste informatie aan elkaar kunnen geven. Als goed op elkaar ingespeelde teamleden op elkaar informatiebehoefte en -verwerking anticiperen, is het waarschijnlijk dat de teamleden een 'gemeenschappelijk mentaal model' hebben ontwikkeld.

In dit rapport wordt een experiment beschreven dat gebruik heeft gemaakt van een paradigma voor teambesluitvorming waarmee gemeenschappelijke mentale modellen experimenteel kunnen worden gemanipuleerd en de effecten ervan objectief kunnen worden gemeten. De taak wordt uitgevoerd door twee teamleden die van elkaar afhankelijk zijn. Door middel van het trainen in elkaar taken ('cross-training') is een gemeenschappelijk mentaal model bij de teamleden uit de experimentele groep bewerkstelligd. Bovendien hebben de teamleden uit de experimentele groep tijdens de training de mogelijkheid gehad om strategieën door te nemen en elkaar op de hoogte te brengen van de informatiebehoefte en -verwerking. De controlegroep kreeg alleen informatie op papier over de taak van het teamlid. De hoeveelheid informatie over de taken was in beide condities verder gelijk. De taak bestond uit het bestrijden van zoveel mogelijk calamiteiten (branden) middels een tijdige en voldoende inzet van resources (brandweerauto's). Het ene teamlid (de 'waarnemer') had als taak de branden te detecteren en ontwikkelingen in de branden door te geven aan het andere teamlid (de 'beslisser') dat als taak had brandweerauto's in te zetten. Teamleden communiceerden via standaard computerberichten. Calamiteiten waren in de vorm van scenario's vastgelegd. Er waren normatief eenvoudige en normatief moeilijke scenario's gedefinieerd.

De resultaten lieten zien dat het bewerkstelligen van een gemeenschappelijk mentaal model bij teamleden kan bijdragen aan efficiënte communicatie. Zo hebben de waarnemers uit de teams waarbij een gemeenschappelijk mentaal model was bewerkstelligd vaker ongevraagd essentiële informatie verstrekt dan de overige waarnemers. Bovendien waren de waarnemers uit de experimentele groep adequater in hun berichtgeving tijdens kritieke momenten dan de waarnemers uit de controlegroep. Desondanks zijn de effecten van de experimentele manipulatie niet groot. Een verklaring daarvoor zou kunnen zijn dat wanneer gebruik wordt gemaakt van scenario's als stimuli voor een taak, men het gevaar loopt dat deze niet geheel onder experimentele controle staan. Eventuele verschillen tussen de controle- en experimentele groep kunnen daardoor wellicht niet meer tot uitdrukking komen.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Vorig onderzoek	9
1.3 Onderzoeksparadigma	11
1.4 Hypotheses	12
2 METHODE	13
2.1 Proefpersonen	13
2.2 Taak	14
2.3 Procedure	16
2.4 Design	18
2.5 Afhankelijke variabelen	18
3 RESULTATEN	19
3.1 Training	19
3.2 Voor- en nameting	19
3.3 Experimentele scenario's	20
3.4 Verschil tussen controle- en experimentele groep per scenario	23
3.5 Analyse kritieke momenten	25
4 DISCUSSIE	27
5 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK	32
REFERENTIES	33
BIJLAGE A Beschrijving brandweertaak	35
BIJLAGE B Overzicht State Transition Diagrams	46
BIJLAGE C Beschrijving scenario's	49
BIJLAGE D Volgorde experimentele scenario's	57

Rapport nr.: TM-96-B013
Titel: De invloed van training in elkaars taken op de besluitvorming in teams
Auteurs: Dr. J.M.C. Schraagen en drs. P.C. Rasker
Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd.: Informatieverwerking
Datum: september 1996
DO Opdrachtnummer: B96-020
Nummer in MLTP: 787.2

SAMENVATTING

Bij plannings- en besluitvormingstaken waarin onder tijdsdruk veel informatie moet worden uitgewisseld tussen teamleden, is het van belang dat teamleden van elkaar kunnen communiceren over de hoogte van de informatiebehoefte en -verwerking. Omdat teamleden dan tijdig en ongevraagd de juiste informatie aan elkaar kunnen geven en elkaar kunnen controleren, kunnen zij de juiste informatie voor de besluitvorming gebruiken. Als goed op elkaar ingespeelde teamleden op elkaar kunnen rekenen, kan dit als een 'gemeenschappelijk mentaal model' beschouwd worden.

In dit rapport wordt een experiment beschreven dat gebruik heeft gemaakt van een paradigma voor teambesluitvorming waarmee gemeenschappelijke mentale modellen experimenteel kunnen worden gemanipuleerd en de effecten ervan objectief kunnen worden gemeten. De taak wordt uitgevoerd door twee teamleden die van elkaar afhankelijk zijn. Door middel van het trainen in elkaar kunnen communiceren ('cross-training') is een gemeenschappelijk mentaal model bij de teamleden uit de experimentele groep bewerkstelligd. De controlegroep kreeg alleen informatie op papier over de taak van het teamlid en werd dus niet 'gekruistraind'.

De resultaten lieten zien dat het trainen in elkaar kunnen communiceren bij teamleden bijdraagt aan efficiënte communicatie in de vorm van het vaker ongevraagd aan elkaar verstrekken van de juiste informatie op het juiste moment.

The impact of cross-training on team decision making

J.M.C. Schraagen and P.C. Rasker

SUMMARY

In planning and decision making tasks in which a lot of information has to be exchanged among team members under time pressure, it is of importance that team members are aware of each other's tasks and information needs and processing, because in that case team members can provide each other with the right information in time and without being explicitly asked for it. When well-coordinated teams anticipate on each other's information needs, this is taken as evidence that members of the team have developed a 'shared mental model'.

In this report an experiment is described that has used a paradigm for team decision making with which shared mental models can be manipulated experimentally and their effects can be measured objectively. The task is carried out by two team members who are dependent on each other's information. By means of cross-training in each other's tasks, a shared mental model has been established by team members in the experimental group. The control group only received information about the team member's task on paper and was not cross-trained.

The results showed that cross-training contributes to efficient communication by volunteering information without the other team member having to explicitly request it.

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Veel militaire plannings- en besluitvormingstaken worden uitgevoerd door teams die moeten presteren onder complexe omstandigheden. Bij onder meer militaire command & control teams, maar ook bij cockpitbemanningen, operatieteams en brandweerteams is er sprake van werken in teamverband waarin misschien meer dan in andere situaties het dysfunctioneren van één teamlid of miscommunicatie binnen het team kan leiden tot desastreuze gevolgen. Mensen binnen dergelijke teams onderscheiden zich vaak vanwege hun specialistische kennis. Dikwijls is deze kennis belangrijk voor het optimaal uitvoeren van de taak. Ook hebben de afzonderlijke teamleden vanwege hun taak vaak beschikking over informatie waar de overige teamleden geen beschikking over hebben. Voor het goed functioneren van een team is het essentieel dat dergelijke kennis en informatie efficiënt wordt uitgewisseld en geïntegreerd. Met name onder complexe omstandigheden die worden gekarakteriseerd door tijdsdruk, veeleisende werkzaamheden, ondoorzichtige informatie en voortdurende verandering is het van belang dat de communicatie optimaal verloopt zodat het team weloverwogen besluiten kan nemen (Orasanu & Salas, 1993).

In dit onderzoek wordt het volgende onder een team verstaan: twee of meer individuen met specialistische kennis en eigen (sub)taken die van elkaars informatie afhankelijk zijn en die gezamenlijk werken aan hetzelfde doel (Cannon-Bowers, Salas & Converse, 1993; Duffy, 1993; Dyer, 1984; Orasanu & Salas, 1993; Salas, Bowers & Cannon-Bowers, 1995). Bij een team is vaak sprake van een nauwkeurig gespecificeerd doel en nauw omschreven taken die gezamenlijk moeten worden uitgevoerd (Cannon-Bowers e.a., 1993; Duffy, 1993; Orasanu & Salas, 1993; Weaver, Bowers, Salas & Cannon-Bowers, 1995).

Vaak moeten teams opereren in dynamische of complexe situaties die worden gekarakteriseerd door verandering. Veranderingen in dynamische situaties worden gekenmerkt door een snelle opeenvolging van verschillende vaak onverwachte omstandigheden die zich binnen een kort tijdsbestek voordoen (Klein, 1993; Rouse, Cannon-Bowers & Salas, 1992). Door de snel veranderende omstandigheden moeten de eisen die aan de uitvoering van een taak worden gesteld van het ene op het andere moment worden bijgesteld (Orasanu & Connolly, 1993). Hoewel het doel van de taak vaak hetzelfde blijft, kan de taakinhoud om het doel te bereiken daardoor sterk wijzigen.

Hoewel al reeds enige tijd onderzoek gedaan wordt naar hoe teams functioneren, zijn er nog steeds veel vragen onbeantwoord gebleven (Cannon-Bowers e.a., 1993; Dyer, 1984; Salas, e.a., 1995). Recentelijk is een aantal auteurs met de suggestie gekomen dat de prestatie en besluitvorming van een team verklaard zou moeten worden in termen van ‘gemeenschappelijke mentale modellen’ (Cannon-Bowers e.a., 1993; Converse, Cannon-Bowers & Salas, 1991; Coury & Terranova, 1991; Orasanu, 1993; Orasanu & Salas, 1993; Rouse e.a., 1992; Salas e.a., 1995; Stout & Salas, 1993).

Het begrip gemeenschappelijk mentale model kan worden gedefinieerd als georganiseerde eenheden van kennis die onderling worden gedeeld door leden van een team (Orasanu &

Salas, 1993). Gemeenschappelijke mentale modellen tussen teamleden geven een algemeen begrip wie verantwoordelijk is voor welke taak en wat de informatiebehoefte en -verwerking is. Dit gemeenschappelijk begrip maakt het teamleden mogelijk om andermans behoeften te voorspellen en daarop te anticiperen. Dit leidt tot een betere taakuitvoering als geheel. Bovendien ontwikkelen teamleden aan de hand van een gemeenschappelijk mentaal model dezelfde definitie van de situatie en eventuele problemen die zich voordoen. Op grond hiervan kan een team als geheel een besluit nemen. Met name in complexe situaties kan een gemeenschappelijk mentaal model leiden tot een verbeterde teamprestatie. De reden hiervoor is gelegen in het feit dat in complexe situaties weinig tijd is voor expliciete coördinatie en communicatie. In die situaties vindt coördinatie impliciet plaats door het ongevraagd verstrekken van informatie aan andere teamleden (Serfaty & Entin, 1995; Serfaty, Entin & Volpe, 1993). Gemeenschappelijke mentale modellen stellen een team in staat adaptief te reageren op de veranderingen in de omgeving. Op twee gebieden komt dat tot uiting:

- 1 *Coördinatie.* De handelingen en activiteiten van de teamleden worden onderling beter gecoördineerd. Dankzij het gemeenschappelijk mentaal model dat teamleden hebben ontwikkeld, zijn zij beter in staat rekening met elkaars taakuitvoering te houden en op elkaar in te spelen. Teamleden hebben heldere en exacte verwachtingen van wat teamgenoten zullen gaan uitvoeren. Bovendien kunnen teamleden een goede verklaring geven voor elkaars gedragingen. Efficiënte coördinatie kan zich uiten op de volgende manieren: teamleden vangen elkaar op door in drukke tijden elkaars taken over te nemen; verkeerde handelingen worden door teamgenoten snel opgemerkt en hersteld; er worden alleen opdrachten gegeven die op dat moment de grootste prioriteit hebben.
- 2 *Communicatie.* Het ontwikkelen van een gemeenschappelijk mentaal model onder teamleden maakt het mogelijk dat teamleden kunnen anticiperen op elkaars informatiebehoefte en -verwerking. Zij weten welke informatie zij elkaar moeten geven en zij weten welke informatie ze van elkaar kunnen verwachten. Efficiënte communicatie kan zich uiten op de volgende manieren: taakgerichte communicatie; het achterwege laten van overbodige of niet-relevante informatie; het elkaar op de hoogte houden van de stand van zaken; het ongevraagd geven van essentiële informatie.

Uit onderzoek is naar voren gekomen dat ‘cross-training’ een effectieve methode kan zijn om teamleden te voorzien van het inzicht in elkaars informatiebehoefte en -verwerking (Cannon-Bowers e.a., 1993; Salas e.a., 1992; Volpe, Cannon-Bowers, Salas & Spector, 1996). Cross-training houdt in dat teamleden worden getraind op zowel hun eigen als op elkaars taken. Het voordeel daarvan is dat teamleden ervaring opdoen en bekend raken met de individuele taken van hun teamgenoten. Verondersteld wordt nu dat door middel van cross-training een gemeenschappelijk mentaal model wordt bewerkstelligd bij de teamleden. Een andere manier waarop een gemeenschappelijk mentaal model kan worden bewerkstelligd is door middel van communicatie. Uit onderzoek blijkt dat effectieve teams hun activiteiten (in voorbereiding op eventuele onverwachte situaties) vooral plannen tijdens momenten waarop de werkdruk laag is (Orasanu, 1993; Orasanu & Salas, 1993). Het belangrijkste van deze communicatieve voorbereidingen is dat niet slechts één teamlid weet wat er aan de hand is, maar dat het hele team op de hoogte is. Zodoende ontwikkelen teamleden een gemeenschappelijk mentaal model van het systeem waarin zij werkzaam zijn. Op grond hiervan kan worden verwacht dat teamleden hun activiteiten beter coördineren, de communicatie vlotter

verloopt en de teamprestatie beter is dan wanneer ze geen gemeenschappelijk mentaal model hebben ontwikkeld. Vooral met betrekking tot de communicatie kan worden verwacht dat teamleden (die een gemeenschappelijk mentaal model hebben ontwikkeld) sneller ongevraagd informatie aan elkaar zullen verstrekken.

Wanneer uit het huidige onderzoek zou blijken dat gemeenschappelijke mentale modellen daadwerkelijk een belangrijke rol spelen bij teambesluitvorming is het interessant te bestuderen hoe deze modellen het beste ondersteund worden. Men kan hierbij denken aan technieken die de communicatie bevorderen. Voorbeelden zijn het gebruik van gemeenschappelijke vensters op het computerscherm (Bannon, 1986), 'shared workspaces' (Whittaker, Geelhoed & Robinson, 1993), 'large screen displays' en video (Fussell & Benimoff, 1995). Andere mogelijke implicaties van gemeenschappelijke mentale modellen kunnen zich voordoen op het gebied van training. Naast cross-training kan men wellicht teamleden trainen in communicatievaardigheden die de ontwikkeling van gemeenschappelijke mentale modellen ondersteunen (Orasanu & Salas, 1993). Teamleden kunnen dan getraind worden in het ongevraagd geven van essentiële informatie, het definiëren van problemen, het maken van planningen, het vragen om opheldering en het geven van feedback.

1.2 Vorig onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om een experimentele onderbouwing te vinden voor het begrip gemeenschappelijk mentaal model. Daarbij staat de volgende onderzoeksraag centraal:

"Spelen gemeenschappelijke mentale modellen een belangrijke rol in teambesluitvorming in dynamische situaties, en zo ja, hoe kunnen deze modellen dan het beste ondersteund worden?"

Vooralsnog is er weinig onderzoek beschikbaar dat de hypothese dat gemeenschappelijke mentale modellen de prestatie van teams verbeteren direct heeft getoetst (Cannon-Bowers e.a., 1993; Salas e.a., 1995). Voorafgaand aan het huidige onderzoek heeft er een experiment plaatsgevonden dat gebruik heeft gemaakt van hetzelfde onderzoeksparadigma als in dit rapport staat beschreven (Schraagen & Rasker, 1995). In dit onderzoek werd door middel van cross-training een gemeenschappelijk mentaal model bij de teamleden uit de experimentele groep bewerkstelligd. De controlegroep kreeg alleen informatie op papier over de taak van de teamgenoot. De hoeveelheid informatie over de taken was in beide condities verder gelijk. De resultaten lieten enkele effecten van training in elkaars taken zien, maar niet het voorspelde effect van het vaker ongevraagd informatie verstrekken aan het andere teamlid. De reden hiervoor is waarschijnlijk gelegen in het feit dat de teamgenoten te weinig afhankelijk van elkaar waren bij het uitvoeren de taak. In het huidige onderzoek is het onderzoeksparadigma zodanig aangepast dat de teamleden voor het effectief uitvoeren van de taak in grote mate van elkaar afhankelijk zijn.

Recentelijk hebben Volpe e.a. (1996) een experiment uitgevoerd dat het effect van cross-training op de prestatie van een team onderzocht. Zij komen tot de conclusie dat de resultaten van dit onderzoek aantonen dat cross-training kan leiden tot een verbeterde

teamprestatie. Desondanks moet deze conclusie met de nodige voorzichtigheid tegemoet worden getreden. De reden daartoe is dat de gebruikte taak een individuele computertaak is die voor dit experiment is onderverdeeld in twee functies. De vraag is of hier wel sprake is van een teamtaak. Beide functies konden gemakkelijk door één persoon worden uitgevoerd. Bovendien waren de teamleden die geen cross-training hadden gekregen alleen geïnstrueerd en getraind in hun eigen taak terwijl de teamleden die wel cross-training hadden gekregen waren geïnstrueerd en getraind in zowel hun eigen taak als in de taak van de teamgenoot. Dat betekent dus dat de teamleden die geen cross-training hadden gekregen alleen op de hoogte waren van hun eigen taak en niet die van de teamgenoot. Dit is op zijn minst een hoogst ongebruikelijke situatie in de praktijk, waar teamleden in ieder geval globaal van elkaars taken op de hoogte zijn.

In een onderzoek hebben Serfaty e.a. (1993) aanwijzingen gevonden dat teams afhankelijk van de tijdsdruk hun activiteiten expliciet dan wel impliciet coördineren. Zij hebben aangetoond dat teamleden die een taak onder lage tijdsdruk moesten uitvoeren hun activiteiten expliciet coördineren (door uitdrukkelijk te overleggen en slechts informatie te verstrekken indien daar om is gevraagd). Teamleden die een taak onder hoge tijdsdruk moesten uitvoeren coördineren hun activiteiten impliciet (door te anticiperen op elkaars informatiebehoefte en -verwerking en ongevraagd informatie te geven). De mate waarin teams expliciet dan wel impliciet coördineren is vastgesteld aan de hand van de ratio tussen de hoeveelheid gegeven informatie en de hoeveelheid gevraagde informatie. Deze 'anticipatie' ratio is volgens Serfaty e.a. (1993) een maat in hoeverre teamleden elkaar vrijwillig en ongevraagd informatie geven. Hoe hoger de ratio, hoe meer teamleden op elkaars informatiebehoefte en -verwerking anticiperen. Het probleem is echter dat de ratio ook hoger wordt wanneer dezelfde hoeveelheid informatie wordt geleverd en minder vragen worden gesteld. De resultaten van Serfaty e.a. (1993) zijn dus niet eenduidig te interpreteren.

Een aantal onderzoekers hebben bewijs gevonden voor de constatering dat teamleden in effectieve teams (in vergelijking met ineffectieve teams) elkaar ongevraagd essentiële informatie geven die noodzakelijk is voor de uitvoering van een taak (Cannon-Bowers e.a., 1993; Hollenbeck, Ilgen, Sego, Hedlund, Major & Phillips, 1995; Orasanu & Connolly, 1993; Orasanu & Salas, 1993; Stout & Salas, 1993). Hollenbeck e.a. (1995) hebben dit fenomeen in hun onderzoek nauwkeurig bekeken. Hun bevindingen komen erop neer dat de hoeveelheid communicatie tussen teamleden niet verschilt, maar dat de aard van de communicatie verschilt. Dat houdt in dat teamleden in matig presterende teams voortdurend hun teamgenoten om informatie moeten vragen. Dit in tegenstelling tot goed presterende teams waar teamleden elkaar ongevraagd essentiële informatie geven. Als verklaring voor dit fenomeen wordt gegeven dat teamleden een gemeenschappelijk mentaal model hebben ontwikkeld op basis waarvan men kan anticiperen op elkaars informatiebehoefte en -verwerking. Directe evidentiële wordt door dit onderzoek niet gegeven vanwege het correlationele karakter ervan.

1.3 Onderzoeksparadigma

Om het effect van gemeenschappelijke mentale modellen op de prestatie van een team te kunnen onderzoeken is een onderzoeksparadigma gerealiseerd waarmee gemeenschappelijke mentale modellen kunnen worden gemanipuleerd en de effecten ervan objectief kunnen worden gemeten.

In het huidige onderzoek wordt het gemeenschappelijk mentaal model gemanipuleerd door middel van cross-training. Een mogelijk probleem van cross-training is dat de groep die deze vorm van training krijgt meer oefening in de taak krijgt dan de groep die deze vorm van training niet krijgt. Een eventueel positief effect van cross training zou dan niet toegeschreven kunnen worden aan het hebben van een gemeenschappelijk mentaal model maar aan het meer geoefend zijn van het team dat cross-training heeft gehad. In dit paradigma is daar rekening mee gehouden door de teamleden van beide groepen evenveel en identieke informatie te geven over elkaars taken. In één groep kunnen de teamleden echter ook daadwerkelijk elkaars taken oefenen (cross-training).

Omdat cross-training slechts één van de middelen is om een gemeenschappelijk mentaal model te bewerkstelligen wordt in het huidige onderzoek het gemeenschappelijk mentaal model ook gemanipuleerd door middel van communicatie. Dat wil zeggen dat de teamleden die cross-training ondergaan ook de gelegenheid krijgen om tijdens de training vrij met elkaar te communiceren. Dit geeft de teamleden de mogelijkheid om strategieën met elkaar door te nemen en elkaar te vertellen welke informatiebehoefte en -verwerking er is.

Verondersteld wordt dat het hebben van een gemeenschappelijk mentaal model de teamprestatie met name verbetert wanneer het team moet opereren onder complexe omstandigheden. In het huidige paradigma wordt de complexiteit ook gemanipuleerd. De verwachting is dat de prestatie van teams waarbij (door cross-training) een gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd vooral onder complexe omstandigheden toeneemt. Dit in tegenstelling tot teams waarbij geen gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd.

Voor dit onderzoek is een ‘echte’ teamtaak ontwikkeld. Dat wil zeggen dat de taak niet door één individu kan worden gedaan en gecoördineerde interactie tussen teamleden vergt. Bovendien zijn de teamleden van elkaar afhankelijk om de taak te kunnen uitvoeren. In dit onderzoeksparadigma is gekozen voor teams bestaande uit twee teamleden. De reden daarvoor is dat men dan een grotere mate van experimentele controle kan bereiken dan wanneer men kiest voor teams met meer dan twee teamleden. Ook is het eenvoudiger om een teamtaak te ontwikkelen voor twee dan voor meerdere teamleden. Verondersteld wordt dat de belangrijkste effecten van gemeenschappelijke mentale modellen op de prestatie van een team bestaande uit twee individuen generaliseerbaar zijn naar teams bestaande uit meer dan twee individuen.

Aan de hand van een drietal vastgestelde prestatiematen kan de prestatie van het team in dit onderzoek objectief worden gemeten. De verwachting is dat teams waarbij een gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd beter zullen presteren dan teams waarbij geen gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd. Omdat teamleden uit teams waarbij een

gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd op de hoogte zijn van elkaars informatiebehoefte en -verwerking, zullen zij beter in staat zijn om efficiënt te communiceren. Zeker onder complexe omstandigheden (wanneer in korte tijd veel beslissingen genomen moeten worden) zal efficiënte communicatie leiden tot een verbeterde teamprestatie.

Aangezien de communicatie tussen de teamleden een belangrijke rol speelt bij het al dan niet in het bezit zijn van gemeenschappelijke mentale modellen, wordt deze in dit onderzoek objectief gemeten. Communicatie is echter een te algemeen begrip om als maat te kunnen dienen. Bovendien moet kunnen worden vastgesteld waaruit efficiënte communicatie bestaat. Daarom is de communicatie tussen teamleden verder gespecificeerd. De communicatie is onderverdeeld in: het verstrekken van taakgerichte informatie, het stellen van taakgerichte vragen, het beantwoorden van vragen en het ongevraagd informatie verstrekken. Met betrekking tot de informatie die de teamleden kunnen uitwisselen wordt een onderscheid gemaakt tussen essentiële en niet-essentiële informatie. Essentiële informatie is die informatie die noodzakelijk is om een goede taakprestatie te behalen. Efficiënte communicatie uit zich door het verstrekken van zo veel mogelijk essentiële informatie. Zeker in drukke situaties hebben teamleden alleen baat bij informatie die nodig is om de taak goed uit te voeren. Alle overige informatie (ook al is deze taakgericht) kan afleidend werken. Het liefst wordt essentiële informatie ongevraagd verstrekkt. Teamleden hoeven dan niet steeds elkaar om de betreffende informatie te vragen. De overige activiteiten kunnen dan vlot blijven verlopen. Indien er toch vragen worden gesteld zullen deze snel worden beantwoord. In dit onderzoek kan worden gemeten hoeveel tijd er zit tussen het stellen van een vraag en het antwoord daarop, bovendien kan er worden gemeten hoeveel vragen er worden beantwoord. De verwachting is dat in teams waarbij een gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd de teamleden elkaar meer (ongevraagd) essentiële informatie geven, minder vragen stellen, meer vragen beantwoorden en sneller antwoord geven op vragen dan teams waarbij geen gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd.

1.4 Hypotheses

- 1 De teams uit de experimentele conditie zullen in vergelijking tot teams uit de controle conditie beter presteren. Zij zullen een lager percentage slachtoffers hebben, minder middelen onbenut laten en minder middelen overbodig inzetten. Dit effect zal zich met name voordoen in moeilijke scenario's.
- 2 Het totaal aantal verstuurde berichten zal zowel voor de teams uit de experimentele conditie als voor de teams uit de controle conditie niet verschillen. Het totaal aantal berichten zal in de moeilijke scenario's meer zijn.
- 3 Het totaal aantal berichten dat door de waarnemer en de beslisser wordt gelezen zal bij teams uit de experimentele conditie in vergelijking tot teams uit de controle conditie niet verschillen. Ook zal het aantal berichten dat door de waarnemer en de beslisser binnen één tijdstap wordt gelezen bij teams uit de experimentele conditie in vergelijking tot teams uit de controle conditie niet verschillen. In de moeilijke scenario's zullen meer berichten worden gelezen.
- 4 De proportie door de waarnemer en door de beslisser verstuurde essentiële berichten zowel ten opzichte van het totaal aantal verstuurde berichten èn het maximale aantal

essentiële berichten zal voor teams uit de experimentele conditie in vergelijking met teams uit de controle conditie hoger zijn. Dit effect zal zich vooral voordoen in moeilijke scenario's.

- 5 Het totaal aantal vragen gesteld door de waarnemer en de beslisser zal bij teams uit de experimentele conditie in vergelijking tot teams uit de controle conditie minder zijn. Dit effect zal zich vooral voordoen in moeilijke scenario's.
- 6 Het totaal aantal antwoorden dat de waarnemer en de beslisser op hun vragen krijgen zal bij teams uit de experimentele conditie in vergelijking tot teams uit de controle conditie meer zijn. Dit effect zal zich vooral voordoen in moeilijke scenario's.
- 7 De propotie vragen die door de waarnemer en de beslisser wordt beantwoord zal voor teams uit de experimentele conditie in vergelijking met teams uit de controle conditie hoger zijn. Dit effect zal zich vooral voordoen in moeilijke scenario's.
- 8 De gemiddelde tijd die de waarnemer en de beslisser nodig hebben om de vragen te beantwoorden zal voor teams uit de experimentele conditie in vergelijking met teams uit de controle conditie korter zijn. Dit effect zal zich vooral voordoen in moeilijke scenario's.
- 9 Het totaal aantal ongevraagd door de waarnemer en beslisser verstuurde essentiële berichten zal bij teams uit de experimentele conditie in vergelijking tot teams uit de controle conditie meer zijn. Dit effect zal zich vooral voordoen in moeilijke scenario's.

2 METHODE

2.1 Proefpersonen

Aan het experiment hebben 32 proefpersonen (17 mannen en 15 vrouwen) deelgenomen verdeeld over 16 teams van 2 proefpersonen. Alle proefpersonen waren ten tijde van de uitvoering van het experiment student van het hoger of wetenschappelijk onderwijs regio Utrecht. Hun gemiddelde leeftijd was 23.7 jaar ($\sigma=2.29$). Voor hun deelname aan het experiment hebben de proefpersonen f60,- ontvangen. Bij de toewijzing van de proefpersonen aan de teams is zoveel mogelijk geprobeerd te vermijden dat bekenden in één team moesten samenwerken (bij één team is dat niet gelukt). Bovendien is er naar gestreefd om het aantal teams met hetzelfde geslacht als ook het aantal gemengde teams gelijkelijk over de twee condities te verdelen. In de controle conditie hebben 9 mannen en 7 vrouwen meegegaan en was er sprake van 3 gemengde teams en 5 ongemengde teams (3 teams van alleen mannen en 2 teams van alleen vrouwen). In de experimentele conditie hebben 8 mannen en 8 vrouwen meegegaan en was er sprake van 4 gemengde teams en 4 ongemengde teams (2 teams van alleen mannen en 2 teams van alleen vrouwen). Proefpersonen moesten binnen het team ieder een eigen taak uitvoeren. Binnen de conditie is geprobeerd om evenveel mannen als vrouwen de taak van zowel de 'beslisser' als de taak van de 'waarnemer' te laten uitvoeren. In de controlegroep hebben 5 mannen en 3 vrouwen de taak van de waarnemer gedaan en 4 mannen en 4 vrouwen de taak van de beslisser. In de experimentele groep hebben 4 vrouwen en 4 mannen de taak van de waarnemer gedaan en 4 mannen en 4 vrouwen de taak van de beslisser.

2.2 Taak

De taak van het team was het bestrijden van zoveel mogelijk calamiteiten door middel van een tijdige en voldoende inzet van middelen. De calamiteiten betroffen branden in verschillende typen gebouwen (woonhuis, wooncomplex, school, fabriek en ziekenhuis) in een willekeurige stad. De branden ontstonden meestal als gevolg van het rondwaren door de stad van een pyromaan. De pyromaan kon zelf niet uitgeschakeld worden, alleen de gevolgen (de branden) konden bestreden worden. Gebouwen konden ook willekeurig gaan branden als gevolg van een technische storing. Het bestrijden van branden geschiedde door middel van de inzet van brandweerauto's. In ieder type gebouw bevonden zich verschillende aantal mensen. De taak van het team was om het aantal slachtoffers als gevolg van een brand te minimaliseren. Aangezien het aantal middelen (brandweerauto's) beperkt was, kon het voorkomen dat men een beperkt aantal slachtoffers accepteerde (b.v. in een woonhuis) teneinde een groter aantal mensen te redden (b.v. in een ziekenhuis).

De brandweertaak moest door twee proefpersonen worden verricht. Eén proefpersoon voerde de taak uit van de 'waarnemer', de andere proefpersoon voerde de taak uit van de 'beslisser'. De taak van de waarnemer bestond uit het detecteren van de branden in de stad en het rapporteren van brandmeldingen aan de teamgenoot, de beslisser. Deze had de beschikking over zes brandweerauto's en bepaalde op welke branden brandweerauto's moesten worden ingezet en hoeveel brandweerauto's dit moesten zijn. De twee teamleden zaten ieder in een aparte ruimte en beschikten elk over een eigen beeldscherm. Het beeldscherm van de waarnemer bevatte een plattegrond van de stad waarin alle gebouwen die konden gaan branden waren opgenomen. De waarnemer kon informatie over deze gebouwen opvragen en verzenden naar de beslisser. Het betrof informatie over het type gebouw, de toestand van de brand (brand, brandmeester, afgebrand), het aantal benodigde brandweerauto's en de dreiging. De beslisser kon binnengekomen berichten verwerken en weergeven in een overzicht op het eigen beeldscherm. Met behulp van deze informatie kon de beslisser de inzet van brandweerauto's bepalen als functie van de dreiging van het verwachte aantal slachtoffers. Door middel van het verzenden van berichten kon de beslisser de waarnemer op de hoogte houden van de toekenning van brandweerauto's aan de gebouwen in de stad.

Vooraf aan het experiment zijn een aantal scenario's gedefinieerd. Een scenario was een beschrijving van een aantal branden die in de stad uitbrak. Elk scenario was verdeeld in 20 tijdstappen van 30 seconden (tijdstap 1 tot en met 20) en duurde 10 minuten. Men kan scenario's van elkaar laten verschillen door branden bij de gebouwen in andere tijdstappen te laten beginnen. Ook kan men het aantal en het type gebouwen dat gaat branden per scenario variëren. Op deze wijze werden 10 eenvoudige en 10 moeilijke scenario's ontwikkeld (zie Bijlage C, voor een uitgebreidere beschrijving van de scenario's). Moeilijke scenario's onderscheiden zich van eenvoudige scenario's doordat calamiteiten elkaar snel opvolgden. Er was dan sprake van een tekort aan middelen en het team moest in korte tijd veel beslissingen nemen. Na het beëindigen van een scenario kregen de proefpersonen feedback over hoeveel mensen er bedreigd waren en wat het aantal slachtoffers uiteindelijk was geworden.

De gebouwen in de stad konden willekeurig gaan branden, meestal waren de branden echter afhankelijk van de plaats waar de pyromaan zich bevond. De pyromaan was op het beeldscherm van de waarnemer niet zichtbaar. Wel kon de waarnemer van de beslisser te horen krijgen in welk kwadrant van de plattegrond de pyromaan zich bevond (de beslisser kreeg deze informatie van het systeem). In dit kwadrant was de kans zeer groot dat gebouwen het gevaar liepen om te gaan branden. Behalve dat gebouwen in bepaalde tijdstappen konden gaan branden, kon er ook sprake zijn van een zekere dreiging. De dreiging werd niet meer dan 4 tijdstappen vooruitlopend op het uitbreken van de brand gemeld. De aankondiging van een op handen zijnde brand kon echter ook een loos alarm zijn. Bij één op de vijf gevraameldingen was er sprake van loos alarm. Door gebruik te maken van de gevraameldingen was een team in staat te anticiperen op eventuele toekomstige branden. De waarnemer kreeg bij het opvragen van de informatie uit de stad niet altijd actuele informatie. Er kon alleen actuele informatie worden opgevraagd over de gevraameldingen en elke nieuwe brand. De overige informatie (over het verloop van de brand en of er meer of minder auto's nodig waren) werd elke vijfde tijdstap geactualiseerd. In de tussenliggende tijdstappen kon de waarnemer een verkenner inzetten. Wanneer een verkenner bij een bepaald gebouw was ingezet, kon de waarnemer over dat gebouw actuele informatie opvragen.

Het verloop van de branden in een scenario was afhankelijk van de inzet van middelen. Een brand kon zich in 10 verschillende discrete toestanden bevinden (toestand A tot en met J). In toestand A was de brand meester, in toestand J was de situatie niet meer in de hand te houden en was het gebouw verloren, inclusief alle zich in het gebouw bevindende mensen. Een brand kon van de ene naar de andere toestand gebracht worden door middel van de inzet van brandweerauto's. Voor ieder type gebouw was een unieke transitiematrix gedefinieerd waarin de toestandsovergangen waren vastgesteld als functie van het aantal ingezette auto's. Door telkens voldoende auto's in te zetten kon de brand geleidelijk aan worden bedwongen. Het inzetten van auto's diende binnen één tijdstap te gebeuren. Als deze tijd werd overschreden ging de toestand van de brand automatisch één stap verder naar de eindtoestand (toestand J). Als een brand volledig was geblust (toestand A) dienden de auto's weer naar de kazerne terug te keren alvorens opnieuw ingezet te kunnen worden.

Alle gegevens van het experiment werden vastgelegd in zogenaamde 'logfiles' die achteraf konden worden bekeken. In deze logfiles werden alle handelingen die de teamleden met de computermuis hadden verricht geregistreerd. Hierbij valt te denken aan de berichten die teamgenoten naar elkaar verstuurden, de gebouwen die de waarnemer op de plattegrond aanklikte en de bepaling van de inzet door de beslisser. Daarnaast werden in de logfiles alle gebeurtenissen (zoals nieuwe branden) in de stad geregistreerd. In de logfiles kan achteraf dus precies worden bestudeerd hoe een scenario is verlopen en wat er allemaal heeft plaatsgevonden tijdens de taakuitvoering.

In vergelijking met het vorige experiment zijn een aantal zaken gewijzigd die (voor het effectief verrichten van de taak) de afhankelijkheid tussen teamleden hebben vergroot. Zo was de pyromaan in de huidige taak niet meer zichtbaar op het beeldscherm van de waarnemer. In plaats daarvan moest de waarnemer van de beslisser te horen krijgen in welk kwadrant de pyromaan zich bevond zodat het eventuele bedreigd zijn van gebouwen snel kon worden gedetecteerd. Ook kon de waarnemer niet meer in elke tijdstap actuele informatie

over de gebouwen in de stad opvragen. Wanneer de waarnemer wèl actuele informatie wilde hebben dan moest een verkennner worden ingezet. Voor het inzetten van de verkennner was de waarnemer afhankelijk van de beslisser. Het heeft immers alleen zin om de verkennner in te zetten bij een gebouw waar de beslisser zijn middelen heeft ingezet. Om te voorkomen dat de waarnemer de verkennner lukraak bij grote gebouwen zou inzetten (zonder dat de beslisser zou worden geraadpleegd) zijn er scenario's gebruikt waarbij meerdere grote gebouwen tegelijk gingen branden. In dat geval moest de beslisser kiezen bij welk gebouw de middelen werden ingezet en moest de waarnemer daarvan op de hoogte worden gesteld zodat de verkennner bij dat gebouw kon worden ingezet.

Een uitgebreide beschrijving van de brandweertaak is te vinden in Bijlage A.

2.3 Procedure

Een experiment-sessie omvatte een training, een voormeting, de taakuitvoering in teamverband en een nameting. De training van de controlegroep bestond uit het lezen van een schriftelijke instructie van de eigen taak, het individueel oefenen met het systeem van de eigen taak en het lezen van de schriftelijke instructie van de taak van de teamgenoot. De training van de experimentele groep bestond uit het lezen van een schriftelijke instructie van de eigen taak, het individueel oefenen met het systeem van de eigen taak, het lezen van de instructie van de teamgenoot, het individueel oefenen met het systeem van de taak van de teamgenoot, het lezen van een gezamenlijke instructie en het oefenen met het systeem van de eigen taak in teamverband. Gedurende het hele experiment hebben zowel de controlegroep als de experimentele groep alleen kunnen communiceren door middel van het systeem. Uitzondering daarop was de oefening van de experimentele groep in teamverband. Tijdens deze oefening hebben de experimentele teams de mogelijkheid gekregen om direct met elkaar te communiceren en strategieën met elkaar door te praten, de controlegroep heeft deze mogelijkheid niet gekregen.

De schriftelijke instructie gaf proefpersonen algemene informatie over de taken die moesten worden verricht tijdens de uitvoering van het experiment. Er werd uitgelegd wat de brandweertaak inhield en welk doel (het minimaliseren van het aantal slachtoffers) het team moest proberen te bereiken. De waarnemer en de beslisser beschikten ieder over een afzonderlijke instructie. Naast de algemene instructie werd daarin de specifieke werking van het systeem uitgelegd. Er werd verteld waarvoor de verschillende onderdelen die zichtbaar waren op de beeldschermen van de teamleden dienden en wat de werking daarvan was. De schriftelijke instructie bevatte afbeeldingen van de schermen waarmee de proefpersonen moesten werken. In de experimentele groep kregen de teamleden nog een gezamenlijke schriftelijke instructie. Deze instructie hebben proefpersonen vooraf aan de oefening in teamverband gekregen en daar stond in vermeld op welke gebieden (inzet van brandweerauto's, berichtgeving over de inzet, inzet van de verkenners) de teamleden eventueel strategieën zouden kunnen ontwikkelen.

De oefening van de proefpersonen met het systeem bestond uit het individueel verrichten van de brandweertaak. De proefpersonen speelden hierbij samen met een geautomatiseerd

teamlid. Het geautomatiseerde teamlid was zodanig ontwikkeld, dat het gedrag van de menselijke teamleden zo veel mogelijk werd benaderd. Door het systeem de taak van de teamgenoot te laten verrichten was het mogelijk dat verschillende proefpersonen dezelfde training kregen. Tijdens de training werden een aantal verschillende oefenscenario's in vaste volgorde aangeboden. De controlegroep werd alleen in de eigen taak getraind. Zij kregen daartoe eerst 2 eenvoudige en vervolgens 2 moeilijke scenario's aangeboden (4 in totaal). De experimentele groep werd niet alleen in de eigen taak getraind, maar ook in de taak van de teamgenoot. Zij kregen eerst 1 eenvoudig en 1 moeilijk scenario van de eigen taak en vervolgens 1 eenvoudig en 1 moeilijk scenario van de taak van de teamgenoot aangeboden. Zowel voor de controle- als de experimentele groep waren deze 4 scenario's hetzelfde. Naast het individueel oefenen met het systeem kreeg de experimentele groep ook de gelegenheid om in teamverband de eigen taak te oefenen. Daartoe kregen zij 2 moeilijke scenario's aangeboden. Tijdens het uitvoeren van deze scenario's konden de teamleden met elkaar praten en eventuele strategieën met elkaar doornemen.

De voormeting was een meting van de prestaties van het team in de verschillende condities. De voormeting bestond uit het doorlopen van één moeilijk scenario. De voormeting werd *ná* de experimentele manipulatie afgenummerd, maar *vóór* de 8 experimentele scenario's.

De taakuitvoering in teamverband bestond uit het doorlopen van 8 verschillende scenario's. Om volgorde-effecten te voorkomen zijn de verschillende scenario's gebalanceerd aangeboden. Bovendien waren er maximaal 2 eenvoudige en 2 moeilijke scenario's na elkaar. De volgorde waarin de scenario's werden aangeboden was zo bepaald dat geen enkel scenario meerdere keren vooraf werd gegaan of werd opgevolgd door hetzelfde scenario. Bovendien kwam ieder scenario één maal op iedere positie in de volgorde voor. Op deze wijze resulteerden 8 unieke volgorden die aan de 8 teams in iedere conditie werden aangeboden. Voor zowel de experimentele als de controlegroep was de volgorde identiek (zie Bijlage D voor de 8 volgorden). Na afloop van elk scenario kregen de teamleden hun score te zien voor het desbetreffende scenario. Het team kreeg 4 eenvoudige scenario's en 4 complexe scenario's aangeboden.

Na de taakuitvoering in teamverband werd de prestatie van het team nogmaals gemeten door middel van een nameting. Het doel van de voor- en nameting was om te zien of de controlegroep niet door louter oefening in de eigen taak ook een gemeenschappelijk mentaal model had ontwikkeld. De nameting bestond uit het doorlopen van één moeilijk scenario. Het scenario van de nameting was precies hetzelfde scenario als dat van de voormeting.

De voormeting, de 8 experimentele scenario's en de nameting werden achter elkaar aangeboden. Proefpersonen waren niet op de hoogte van de voor- en nameting en kregen vooraf alleen te horen dat ze 10 scenario's moesten doorlopen.

Het totale experiment (inclusief de training) duurde ongeveer 4 uur.

2.4 Design

In het experiment zijn twee onafhankelijke variabelen gemanipuleerd. De eerste onafhankelijke variabele was het bewerkstelligen van een gemeenschappelijk mentaal model door middel van training in elkaars taken (cross-training) en gezamenlijke communicatie. Deze variabele werd tussen groepen gevarieerd. De tweede onafhankelijke variabele was de complexiteit van de scenario's. De complexiteit van de scenario's werd binnen proefpersonen gemanipuleerd.

2.5 Afhankelijke variabelen

Als prestatiematen zijn gedefinieerd:

- 1 Percentage slachtoffers (aantal slachtoffers ten opzichte van het totaal aantal mogelijke slachtoffers; indien op het eind van het scenario een gebouw nog brandde was het aantal slachtoffers een lineaire functie van de toestand van het gebouw), het aantal overbodig ingezette middelen (meer auto's bij een brandend gebouw dan nodig, terwijl er bij een ander brandend gebouw auto's nodig zijn) en het aantal niet-benutte middelen (auto's in de kazerne terwijl er bij een brandend gebouw auto's nodig zijn).

Als communicatiematen zijn gedefinieerd:

- 2 Totaal aantal door waarnemer en beslisser verzonden berichten.
- 3 Totaal aantal door waarnemer en beslisser gelezen berichten (al dan niet binnen 1 tijdstap).
- 4 Proportie door waarnemer en beslisser verstuurde essentiële berichten, zowel ten opzichte van het aantal verstuurde berichten als ten opzichte van het maximale aantal essentiële berichten; als essentiële berichten voor de waarnemer zijn gedefinieerd: nieuwe branden die worden doorgegeven; wijziging in niet-benodigde middelen; wijziging in een toename van de benodigde middelen; verwachtingen; als essentieel bericht voor de beslisser is gedefinieerd: berichten over ingezette middelen.
- 5 Aantal vragen gesteld door waarnemer en beslisser (b.v. ten aanzien van het aantal benodigde auto's bij een bepaald gebouw).
- 6 Aantal antwoorden gekregen door waarnemer en beslisser (b.v. ten aanzien van het aantal benodigde auto's bij een bepaald gebouw).
- 7 Proportie vragen beantwoord door waarnemer en beslisser.
- 8 Gemiddelde tijd die waarnemer en beslisser nodig hebben om te antwoorden.
- 9 Het aantal ongevraagd door waarnemer en beslisser verstuurde essentiële berichten.

3 RESULTATEN

3.1 Training

Tijdens de training zijn er aantekeningen gemaakt van de communicatie die tussen de teamleden uit de experimentele groep heeft plaatsgevonden. Alle 8 teams bespraken strategieën voor het inzetten van de middelen en maakten afspraken over de berichtgeving. De inzet ging vooral over de verkenner: 5 teams gaven aan dat de verkenner moest worden ingezet bij grote gebouwen. Daarvan sprak één team af dat wanneer er meerdere grote gebouwen tegelijk gingen branden de verkenner afhankelijk van de inzet van de beslisser moest worden ingezet. Van de overige communicatie over de inzet van middelen gaven 3 teams aan dat grote gebouwen de hoogste prioriteit hadden. Wat betreft de berichtgeving gaven 5 teams aan dat er niet te veel berichten moesten worden verstuurd omdat dat de taakuitvoering verstoerde. Daarvan gaven 3 teams aan dat alleen de veranderingen in het aantal benodigde middelen moest worden doorgegeven.

3.2 Voor- en nameting

De experimentele manipulatie (cross-training en communicatie) heeft geen significant hoofdeffect gehad op de gedefinieerde afhankelijke variabelen tijdens de voor- en nameting. Uitzondering daarop was de proportie door de waarnemer verstuurde essentiële berichten ten opzichte van het totaal aantal berichten dat de waarnemer had verstuurd. De proportie door de waarnemer verstuurde essentiële berichten was in de controlegroep significant lager (52.9%) dan in de experimentele groep (65.4%), $F(1,14)=4.88$, $p=.044$. Naast dit hoofdeffect van cross-training was er ook sprake van een significant interactie-effect tussen cross-training en voor- en nameting op de proportie door de waarnemer verstuurde berichten over de verandering in extra-benodigde middelen ten opzichte van de werkelijke verandering in extra-benodigde middelen, $F(1,14)=5.23$, $p=.038$. In de controlegroep nam de proportie door de waarnemer verstuurde berichten over de verandering in extra-benodigde middelen af van 67.7% tijdens de voormeting tot 36.5% tijdens de nameting. In de experimentele groep nam deze proportie echter iets toe van 64.8% tijdens de voormeting tot 69.8% tijdens de nameting. Hoewel significant, ging dit effect niet de verwachte richting op.

Tussen de voor- en nameting zijn over beide condities een aantal significante verschillen gevonden op de afhankelijke variabelen. De waarnemer heeft tijdens de nameting in vergelijking met de voormeting significant meer en in kortere tijd berichten van de beslisser gelezen. Het aantal door de waarnemer gelezen berichten nam toe van 17.3 tijdens de voormeting tot 22.4 tijdens de nameting, $F(1,14)=3.81$, $p=.071$. Bovendien las de waarnemer tijdens de voormeting slechts 8.4 berichten binnen één tijdstap, terwijl dat tijdens de nameting was toegenomen tot 15.7 berichten binnen één tijdstap $F(1,14)=12.21$, $p=.004$.

Voor de beslisser zijn er over beide condities op de voor- en nameting aanzienlijk meer significante verschillen bij de afhankelijke variabelen te zien. Hoewel net significant, hebben de beslissers tijdens de nameting meer essentiële berichten verstuurd dan tijdens de voor-

meting. De beslissers stuurden tijdens de voormeting 4.9 essentiële berichten terwijl dat tijdens de nameting was toegenomen tot 6.7 essentiële berichten, $F(1,14)=3.31, p=.090$. Ten opzichte van het maximaal aantal mogelijke essentiële berichten dat de beslisser kon versturen, hebben de beslissers tijdens de nameting proportioneel meer essentiële berichten verstuurd dan tijdens de voormeting. Tijdens de voormeting hebben beslissers 34.7% essentiële berichten verstuurd, tijdens de nameting was dat toegenomen tot 47.3% essentiële berichten, $F(1,14)=3.39, p=.087$. Er zijn tijdens de voormeting minder vragen gesteld door de waarnemer die door de beslisser zijn beantwoord dan tijdens de nameting. Tijdens de voormeting zijn in totaal 0.8 vragen van de waarnemer beantwoord door de beslisser, in de nameting is dat toegenomen tot 3.1 door de beslisser beantwoorde vragen $F(1,14)=3.62, p=.078$. Het totaal aantal vragen gesteld door de beslisser aan de waarnemer is hoger in de nameting dan in de voormeting. In totaal hebben de beslissers in de voormeting 4.9 vragen aan de waarnemer gesteld en in de nameting 7.1 vragen $F(1,14)=3.43, p=.085$.

Samengevat laat de analyse op de voor- en nameting zien dat op de gedefinieerde afhankelijke variabelen er nauwelijks verschillen zijn tussen de controle- en experimentele groep. De waarnemers uit de experimentele groep hebben (ten opzichte van het totaal aantal berichten) echter een grotere proportie essentiële berichten verstuurd dan de waarnemers uit de controlegroep. Ook blijkt dat de waarnemers uit de controlegroep ten aanzien van de proportie berichten over de verandering in extra benodigde middelen (ten opzichte van de werkelijke verandering) op de nameting aanzienlijk minder berichten hebben verstuurd in vergelijking met de voormeting, terwijl de waarnemers uit de experimentele groep meer berichten hebben verstuurd. Wat betreft de overige verschillen tussen voor- en nameting blijkt dat vooral de prestatie van de beslissers op de nameting (in vergelijking met de voormeting) is verbeterd.

3.3 Experimentele scenario's

Analyses van de teams op de 8 experimentele scenario's lieten geen significante hoofdeffecten zien van cross-training op de afhankelijke variabelen. Op één afhankelijke variabele, het aantal door de waarnemer ongevraagd verstuurde essentiële berichten, was het verschil bijna significant, $F(1,14)=2.95, p=.108$. Zoals verwacht verstuurden de waarnemers uit de experimentele groep ongevraagd meer essentiële berichten dan waarnemers uit de controlegroep. De waarnemers uit controlegroep verstuurden ongevraagd 12.4 essentiële berichten en de waarnemers uit de experimentele groep 13.7. Er was geen significant hoofdeffect van cross-training op het aantal ongevraagd verstuurde essentiële berichten van de beslisser, $F(1,14)=0.23, p=.639$.

De verwachting was dat de verschillen tussen de prestaties van de teams uit de controlegroep en de teams uit de experimentele groep op de afhankelijke variabelen zich vooral zouden voordoen op de moeilijke scenario's. Op slechts één afhankelijke variabele is een marginale significant interactie-effect gevonden tussen conditie en moeilijkheidsgraad van de scenario's. Het betrof hier het totaal aantal vragen dat de beslisser aan de waarnemer had gesteld. Het aantal vragen dat de beslisser had gesteld nam in de controlegroep af van 5.7 vragen in de eenvoudige scenario's naar 5.2 vragen in de moeilijke scenario's, terwijl dit aantal in de

experimentele groep juist toenam van 4.8 in de eenvoudige scenario's tot 6.1 in de moeilijke scenario's. Dit interactie-effect tussen conditie en cross-training was net significant, $F(1,14)=3.34$, $p=.089$. Niettemin was de verwachting precies het tegenovergestelde: het aantal vragen gesteld door de beslisser zou tijdens de moeilijke scenario's bij de experimentele groep lager zijn dan bij de controlegroep, niet andersom. Op een tweetal andere afhankelijke variabelen was het interactie-effect van conditie en moeilijkheidsgraad bijna significant. De proportie door de beslisser verstuurde essentiële berichten ten opzichte van het maximaal aantal essentiële berichten dat de beslisser kon versturen is in de controle conditie toegenomen van 52.0% in de eenvoudige scenario's tot 54.5% in de moeilijke scenario's, terwijl dat in de experimentele conditie is afgenomen van 47.8% in de eenvoudige scenario's tot 42.0% in de moeilijke scenario's. Dit interactie-effect tussen conditie en moeilijkheidsgraad is net niet significant, $F(1,14)=3.03$, $p=.104$. Bovendien is het tegen de verwachting in dat de beslisser uit de teams zonder cross-training in moeilijke scenario's meer essentiële berichten zou gaan sturen, terwijl de beslisser uit de teams met cross-training minder essentiële berichten zou gaan sturen. Op het aantal vragen gesteld door de waarnemer dat door de beslisser is beantwoord is ook een net niet significant interactie-effect gevonden, $F(1,14)=3.08$, $p=.101$. In de controlegroep is het aantal vragen dat is beantwoord door de beslisser toegenomen van 3.2 beantwoorde vragen in de eenvoudige scenario's tot 3.7 beantwoorde vragen in de moeilijke scenario's, terwijl dat in de experimentele groep is afgenomen van 2.9 beantwoorde vragen in de eenvoudige scenario's tot 2.1 beantwoorde vragen in de moeilijke scenario's. Evenals bij de eerder genoemde interacties tussen conditie en moeilijkheidsgraad is het gevonden effect tegengesteld aan de verwachting.

Het hoofdeffect van de experimentele manipulatie op de gemeten afhankelijke variabelen was dus grotendeels afwezig, met uitzondering van een voorspeld effect van het aantal ongevraagd verstuurde essentiële berichten. Met uitzondering van het aantal door de waarnemer gestelde vragen is ook de verwachte significante interactie met de moeilijkheidsgraad uitgebleven. Wel was er sprake van een hoofdeffect van moeilijkheidsgraad van de scenario's op de volgende prestatiematen en communicatiematen (zie Tabel I). De prestatiematen laten zien dat de manipulatie van de moeilijkheidsgraad van de scenario's succesvol is geweest. Het blijkt dat in de moeilijke scenario's (in vergelijking met de eenvoudige scenario's) het percentage slachtoffers, het aantal niet benutte middelen en het aantal overbodig ingezette middelen hoger is. Daaruit kan worden geconcludeerd dat het in de moeilijke scenario's ingewikkelder was om de beschikbare middelen efficiënt in te zetten en een laag percentage slachtoffers te behalen.

Met betrekking tot de communicatiematen heeft de waarnemer in de moeilijke scenario's meer berichten verstuurd dan in de eenvoudige scenario's. Ook heeft de waarnemer meer essentiële en vaker ongevraagd essentiële berichten verstuurd. Dit is verklaarbaar omdat in de moeilijke scenario's meer calamiteiten hebben plaatsgevonden waardoor er meer (essentiële) berichten te verzenden waren.

Tabel I Overzicht van de significante verschillen tussen eenvoudige en moeilijke scenario's.

Afhankeijke variabelen	gemiddelde eenvoudige scenario's	gemiddelde moeilijke scenario's	F(1,14)	p-waarde
Percentage slachtoffers	6.64	60.86	175.77	.000
Totaal aantal niet benutte middelen	17.33	21.80	15.96	.001
Totaal aantal overbodig ingezette middelen	4.95	8.19	19.99	.001
Totaal aantal door de waarnemer verzonden berichten	26.00	27.59	9.73	.008
Totaal aantal door de waarnemer verstuurde essentiële berichten	14.22	15.91	14.99	.002
Totaal aantal door de waarnemer ongevraagd verstuurde essentiële berichten	12.20	13.90	22.36	.000
Proportie door de waarnemer verstuurde berichten nieuwe branden (t.o.v. het totaal aantal nieuwe branden)	87.18	80.12	3.44	.085
Totaal aantal door beslisser gelezen berichten	25.80	27.44	9.14	.009
Totaal aantal door beslisser gelezen berichten binnen 1 tijdstap	22.48	23.86	6.07	.027
Proportie door de beslisser verstuurde essentiële berichten (t.o.v. het totaal aantal essentiële berichten)	25.42	30.32	6.63	.023
Totaal aantal door de beslisser ongevraagd verstuurde essentiële berichten	5.17	5.95	5.19	.039

Hoewel de waarnemer in totaal meer berichten heeft verstuurd is de proportie door de waarnemer verstuurde berichten in één geval lager in de moeilijke scenario's dan in de eenvoudige scenario's. De proportie berichten over de nieuwe branden (ten opzichte van het werkelijke aantal nieuwe branden in de stad) is lager in de moeilijker scenario's. Het was voor de waarnemer dus ingewikkelder om in de moeilijke scenario's alle berichten over nieuwe branden te verzenden. De beslisser heeft in de moeilijke scenario's meer berichten van de waarnemer gelezen dan in de eenvoudige scenario's. Bovendien heeft de beslisser meer berichten in één tijdstap gelezen. De verklaring voor deze toename is eenvoudig: de waarnemer heeft in de moeilijke scenario's meer berichten verstuurd, zodoende heeft de beslisser meer berichten kunnen lezen. Minder eenvoudig te verklaren is de proportie door de beslisser verstuurde essentiële berichten ten opzichte van het totaal aantal essentiële berichten dat de beslisser kon versturen. In de moeilijke scenario's is deze proportie hoger dan in de eenvoudige scenario's. Blijkbaar is de beslisser adequater geweest in het versturen van essentiële berichten tijdens de moeilijke scenario's dan tijdens de eenvoudige scenario's. Tot slot heeft de beslisser ongevraagd meer essentiële berichten verstuurd in de moeilijke scenario's dan in de eenvoudige scenario's. Voor de beslisser geldt hetzelfde als de waarnemer: in moeilijke scenario's vinden meer calamiteiten plaats waardoor er meer berichten te versturen zijn.

Om een eventuele relatie tussen het percentage slachtoffers en de communicatiematen te ontdekken zijn stapsgewijze regressie-analyses uitgevoerd. Uit deze analyse is gebleken dat slechts 18.8% van de variantie in het percentage slachtoffers kan worden verklaard uit de variantie van de communicatiematen. Wanneer er echter alleen wordt gekeken naar de moeilijke scenario's dan blijkt dat 41.2% van de variantie in het percentage slachtoffers kan worden verklaard uit de variantie van de communicatiematen. Met name bij de moeilijke scenario's is er dus sprake van een zekere samenhang tussen het percentage slachtoffers en de communicatiematen.

3.4 Verschil tussen controle- en experimentele groep per scenario

Hoewel er geen significant hoofdeffect is gevonden van conditie en nauwelijks significante interactie-effecten van conditie en moeilijkheidsgraad, zijn er op een aantal afhankelijke variabelen wel significante interactie-effecten gevonden tussen de conditie en het type scenario. Significante interactie-effecten tussen de conditie en het type scenario zijn gevonden op het aantal door de waarnemer verstuurde berichten, $F(3,42)=2.40$, $p=.082$, het aantal door de waarnemer gelezen berichten, $F(3,42)=2.62$, $p=.063$, het aantal door de beslisser gelezen berichten, $F(3,42)=2.26$, $p=.076$, het aantal door de waarnemer verstuurde essentiële berichten, $F(3,42)=3.22$, $p=.032$, de proportie door de waarnemer verstuurde essentiële berichten ten opzichte van het maximaal mogelijke aantal verstuurde essentiële berichten, $F(3,42)=3.44$, $p=.032$, het aantal door de waarnemer ongevraagd verstuurde essentiële berichten, $F(3,42)=2.50$, $p=.073$, en de proportie door de waarnemer verstuurde verwachtingen ten opzichte van de werkelijke verwachting, $F(2,28)=2.64$, $p=.089$. Blijkbaar zitten er verschillen tussen de controle- en experimentele groep die tot uitdrukking komen als men de afzonderlijke scenario's met elkaar vergelijkt. Om erachter te komen op welke scenario's de groepen significant van elkaar verschillen is een post-hoc analyse uitgevoerd. Op een vijftal afhankelijke variabelen zijn er verschillen gevonden tussen de controle- en experimentele groep op één en hetzelfde scenario. De significante verschillen traden op in scenario 4, 10, 13 en 15. In scenario 15 (eenvoudig scenario) hebben de waarnemers uit de controlegroep meer berichten verstuurd dan de waarnemers uit de experimentele groep $F(1,14)=3.96$, $p=.075$. De waarnemers uit de controlegroep hebben in totaal 27.50 berichten verstuurd en de waarnemers uit de experimentele groep 21.25 berichten. Omdat de waarnemers uit de controlegroep in scenario 15 meer berichten hebben verstuurd zou men verwachten dat de beslisser uit de controlegroep meer berichten lezen dan de beslisser uit de experimentele groep. De resultaten bevestigen deze verwachting $F(1,14)=3.69$, $p=.075$. De beslisser uit de controlegroep hebben 27.25 berichten gelezen terwijl de beslisser uit de experimentele groep 20.87 berichten hebben gelezen. Wat betreft het totaal aantal door de waarnemer verstuurde essentiële berichten zijn er op drie scenario's significante verschillen gevonden tussen controle- en experimentele groep. In Tabel II staat per scenario een overzicht van deze verschillen.

Tabel II Overzicht van de significante verschillen tussen controle- en experimentele groep ten aanzien van het aantal door de waarnemer verstuurde essentiële berichten, uitgesplitst naar scenario.

Scenario	Gemiddelde controle-groep	Gemiddelde experimentele groep	$F(1,14)$	p-waarde
4	12.12	14.37	3.43	.085
10	12.62	15.87	7.15	.018
13	14.00	16.37	4.27	.058

Het blijkt dat de teams uit de experimentele groep in scenario 4 (moeilijk scenario) en in scenario 10 en 13 (eenvoudige scenario's) significant meer essentiële berichten hebben verstuurd dan de teams uit de controlegroep. Wat betreft de proportie door de waarnemer verstuurde essentiële berichten ten opzichte van het maximale aantal essentiële berichten dat de waarnemer kon versturen, zijn er eveneens op drie scenario's significante verschillen tussen de controle- en experimentele groep gevonden. Tabel III geeft daarvan een overzicht.

Tabel III Overzicht van de significante verschillen tussen controle- en experimentele groep ten aanzien van de proportie door de waarnemer verstuurde essentiële berichten (ten opzichte van het maximale aantal essentiële berichten), uitgesplitst naar scenario.

Scenario	Gemiddelde controle-groep	Gemiddelde experimentele groep	$F(1,14)$	p-waarde
4	72.37%	83.01%	3.33	.089
10	74.27%	86.44%	7.24	.018
15	84.57%	70.02%	6.22	.026

De waarnemers uit de experimentele groep hebben ten aanzien van de proportie essentieel verstuurde berichten in scenario 4 en in scenario 10 een significant hogere proportie dan de waarnemers uit de controlegroep. Dit in tegenstelling tot scenario 15 waar de waarnemers uit de controlegroep een hogere proportie berichten hebben verstuurd. Op dezelfde drie scenario's zijn ook significante verschillen tussen de controle- en experimentele groep gevonden ten aanzien van het aantal door de waarnemers ongevraagd verstuurde essentiële berichten. Tabel IV geeft daarvan een overzicht.

Tabel IV Overzicht van de significante verschillen tussen controle- en experimentele groep ten aanzien van het aantal door de waarnemer ongevraagd verstuurde essentiële berichten, uitgesplitst naar scenario.

Scenario	Gemiddelde controle-groep	Gemiddelde experimentele groep	F(1,14)	p-waarde
4	10.62	13.25	6.09	.027
10	11.75	15.12	11.32	.005
15	12.00	10.00	4.15	.061

Net zoals bij de proportie door de waarnemer verstuurde essentiële berichten, hebben de waarnemers uit de experimentele groep in scenario 4 en in scenario 10 significant meer ongevraagd essentiële berichten verstuurd dan de waarnemers uit de controlegroep. In scenario 15 is het effect opnieuw andersom.

Wanneer de resultaten op scenario niveau worden bekeken vallen een aantal zaken op. Met uitzondering van scenario 13 zijn de significante verschillen tussen de controle- en experimentele groep allemaal gevonden op scenario 4, scenario 10 of scenario 15. De vraag is of deze scenario's een uniek aspect hebben waarop de verschillen tussen de controle- en de experimentele groep wèl tot uitdrukking komen. Om dat te onderzoeken zijn een aantal scenario's in detail bekeken. Onderzocht werden één moeilijk scenario (scenario 4) en één eenvoudig scenario (scenario 10). Per scenario werden 6 teams bekeken (3 uit de controlegroep en 3 uit de experimentele groep). De teams zijn geselecteerd op basis van de score op de drie prestatiematen. Voor de analyse is gebruik gemaakt van de logfiles. Daarvan is een handzaam verslag gemaakt dat inzicht geeft in hoe de communicatie tussen teamleden is verlopen en hoe de verdeling van middelen heeft plaatsgevonden. Uit de analyse zijn weliswaar verschillen gevonden (in termen van het percentage slachtoffers) tussen goede èn slechte teams. Daarentegen zijn er geen opvallende kenmerken in de scenario's gevonden die de verschillen tussen de groepen kunnen verklaren. De verschillen tussen de goede en slechte teams (in termen van het percentage slachtoffers) hadden vooral te maken met de berichtgeving van de waarnemer. Vaak was de waarnemer in de slechte teams te laat met het versturen van essentiële berichten waardoor middelen overbodig bleven staan of te laat ter plaatse waren. In de slechte teams probeerden de besliszers vaak de middelen te verdelen. Het gevolg was dat er niet werd voldaan aan de geadviseerde inzet zodat gebouwen niet geblust konden worden.

3.5 Analyse kritieke momenten

Aangezien de verschillen tussen de controle- en experimentele groep in een aantal gevallen alleen tot uitdrukking kwamen wanneer de prestaties van de teams per scenario werden bekeken is er nog een extra analyse uitgevoerd. Daarvoor is met behulp van de logfiles gekeken naar zogenaamde 'kritieke momenten' die zich binnen een scenario konden voordoen. Kritieke momenten in een scenario waren bepaalde tijdstappen in het scenario waarin iets in de stad gebeurde waarop het team moest reageren. Dit kon een belangrijk

bericht zijn van de waarnemer of het inzetten van middelen door de beslisser. Wanneer op die tijdstappen geen actie was ondernomen was het team in de moeilijke scenario's niet meer in staat om (in termen van het aantal slachtoffers) een goede score te behalen. In de eenvoudige scenario's was dat vaak nog wel mogelijk, daar kwamen ook minder kritieke momenten in voor. Per scenario zijn (indien aanwezig) 4 kritieke momenten bekeken:

- 1 Bericht van de waarnemer dat bij een gebouw extra middelen benodigd waren. Over het algemeen hangt het van de inzet van de beslisser af of gebouwen extra middelen nodig hebben. In een aantal scenario's kwamen echter branden voor die ongeacht de inzet, extra middelen nodig hadden. Dat betekent dat deze situatie zich bij elk team heeft voorgedaan. Bovendien waren de scenario's zó ontwikkeld dat de waarnemer dankzij de actualisatie van de informatie in de stad altijd kon weten of er extra middelen nodig waren (ondanks de inzet van de verkenner).
- 2 Verdelen van de middelen door de beslisser. Voor een laag percentage slachtoffers moest de beslisser een keuze maken waar de middelen ingezet dienden te worden (keuzestrategie). Wanneer de beslisser zijn middelen probeerde te verdelen (dus sommige gebouwen minder middelen gaf dan geadviseerd) leidde dat altijd tot een hoog percentage slachtoffers.
- 3 Anticipatiestrategie. In sommige scenario's was een goede score alleen te behalen wanneer de beslisser van te voren middelen inzette op grote gebouwen. Op basis van de gevraagde meldingen die de waarnemer als bericht moest versturen kon de beslisser op branden anticiperen.
- 4 Bericht van de waarnemer dat een gevraagde melding loos alarm was. Bij één op de 5 gegeven gevraagde meldingen was er sprake van een loos alarm. De scenario's waren zó ontwikkeld dat wanneer daar op was geanticipeerd, dat geen gevolgen hoefde te hebben voor het percentage slachtoffers. Voorwaarde was wel dat de waarnemer op tijd het bericht zou versturen dat er geen brand was, zodat de beslisser eventueel ingezette middelen weer op tijd kon terughalen.

Vooraf aan de analyse zijn voor elk scenario de kritieke momenten zoals hierboven beschreven vastgelegd. Vervolgens is er per team op elk scenario gekeken in hoeverre de teamleden al dan niet actie hadden ondernomen op de kritieke momenten. De resultaten zijn samengevat in Tabel V waar uitgesplitst naar conditie en scenario het aantal keren dat de teams de benodigde actie hadden ondernomen is opgeteld. In de laatste kolom zijn de totalen opgenomen en staat tussen haakjes aangegeven wat het maximaal mogelijke aantal keren was dat een team een bepaalde handeling kon verrichten.

Om te kijken of de verschillen tussen de controle- en de experimentele groep voor wat betreft de handelingen op de kritieke momenten significant waren, is een χ^2 -toets uitgevoerd. Daaruit blijkt dat de waarnemers uit de experimentele groep op de kritieke momenten significant vaker het bericht van de extra benodigde middelen hebben verzonden dan de waarnemers uit de controlegroep, $\chi^2(1)=3.58$, $p=.06$. Wat betreft het gebruik van een keuzestrategie, een anticipatiestrategie en de berichtgeving over het loos alarm zijn er geen significante verschillen gevonden tussen de controle- en experimentele groep.

Tabel V Aantal teams dat actie heeft ondernomen op de kritieke momenten per scenario.

Kritiek moment:	Conditie:	02	04	06	16	10	13	15	17	Totaal (maximum)
Bericht waarnemer extra benodigd?	Controle	5	3	—	8	3	2	3	—	24 (56)
	Experimentele	4	6	—	11	7	5	1	—	34 (56)
Keuze-strategie?	Controle	3	5	6	4	1	—	—	—	19 (40)
	Experimentele	3	6	8	6	3	—	—	—	26 (40)
Anticipatie op grote gebouwen?	Controle	5	—	4	—	—	4	3	5	21 (48)
	Experimentele	4	—	8	—	—	4	7	3	26 (48)
Bericht waarnemer loos alarm?	Controle	—	—	3	—	—	1	1	2	7 (32)
	Experimentele	—	—	2	—	—	4	0	2	8 (32)

Een eventuele relatie tussen het percentage slachtoffers en de uitgevoerde handelingen op de kritieke momenten is per scenario onderzocht door stapsgewijze regressie-analyses uit te voeren. Op de eenvoudige scenario's is geen relatie gevonden. Dat is ook niet zo verwonderlijk daar bij eenvoudige scenario's minder vaak sprake was van kritieke momenten. Bovendien hing het percentage slachtoffers in de eenvoudige scenario's veel minder af van de kritieke momenten. De variantie tussen de teams wat betreft het percentage slachtoffers was op de eenvoudige scenario's dan ook nihil. Op de moeilijke scenario's is wel een relatie gevonden. In scenario 2 wordt 60.5% van de variantie van het percentage slachtoffers verklaard uit de variantie van het al dan niet anticiperen op grote gebouwen. Wanneer daarbij ook nog het gebruik van een keuzestrategie wordt betrokken, wordt 68.9% van de variantie van het percentage slachtoffers in scenario 2 verklaard. In scenario 4 wordt 42.9% van de variantie in het percentage slachtoffers verklaard uit de variantie van de verstuurde berichten dat er extra middelen nodig zijn. Wat betreft scenario 6 wordt 37.9% van de variantie in het percentage slachtoffers verklaard uit de variantie van de eerste keer dat wordt geanticipeerd. Tot slot wordt 48.7% van de variantie in het percentage slachtoffers in scenario 16 verklaard door de variantie van de tweede keer dat er wordt geanticipeerd op een groot gebouw. De variantie van de interactie tussen de eerste keer dat wordt geanticipeerd en de tweede keer dat er in scenario 16 wordt geanticipeerd verklaart 59.6% van de variantie van het percentage slachtoffers.

Uit de stapsgewijze regressie-analyses blijkt dat per scenario een groot deel van de variantie in het percentage slachtoffers kan worden verklaard uit de handelingen van de teamleden op de kritieke momenten. Er is dus een zekere samenhang tussen het percentage slachtoffers en de prestatie van het team op de kritieke momenten in de moeilijke scenario's.

4 DISCUSSIE

De doelstelling van dit onderzoek was het vinden van experimentele onderbouwing voor het begrip gemeenschappelijke mentale modellen. Teamleden die een gemeenschappelijk mentaal

model hebben ontwikkeld zijn beter op de hoogte van de informatiebehoefte en -verwerking van hun teamgenoten dan teamleden die geen gemeenschappelijk mentaal model hebben ontwikkeld. Zodoende weten teamleden van elkaar welke informatiebehoefte en -verwerking er is en kunnen teamleden op die behoefte anticiperen. Het gevolg is dat teamleden efficiënt met elkaar kunnen communiceren. Dat wil zeggen dat indien teamleden informatie aan elkaar verstrekken deze van belang is voor het goed uitoefenen van de taak (essentiële informatie) en dat deze informatie ongevraagd wordt verstrekt. Vooral wanneer de omstandigheden waarin het team werkzaam is veeleisend zijn, is er onvoldoende tijd voor het alsmaar stellen van vragen en kan het verkrijgen van niet-essentiële informatie de taakuitvoering danig verstoren. Het idee is dan ook dat teamleden waarbij een gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd efficiënter communiceren en beter presteren dan teamleden waarbij geen gemeenschappelijk mentaal model is bewerkstelligd.

Om te kunnen onderzoeken of een gemeenschappelijk mentaal model daadwerkelijk van invloed is op de communicatie en de prestatie van een team is het huidige onderzoeksparadigma ontwikkeld. Daarvoor is een teamtaak ontworpen waarbij de afzonderlijke teamleden in hoge mate van elkaars informatie afhankelijk zijn voor het goed uitvoeren van de taak. Door middel van cross-training en onderlinge communicatie is bij de experimentele groep geprobeerd om een gemeenschappelijk mentaal model te ontwikkelen. Zij hebben de gelegenheid gekregen om te oefenen in zowel hun eigen taak als de taak van de teamgenoot. Bovendien hebben zij vooraf aan de taakuitvoering de gelegenheid gehad om gezamenlijk strategieën door te nemen en elkaars informatiebehoefte en -verwerking mondeling te vertellen. De controlegroep heeft geen cross-training gehad maar zijn door middel van een schriftelijke instructie op de hoogte gebracht van de taak van de teamgenoot. Zij hebben geen gelegenheid gehad om gezamenlijk strategieën door te nemen. De taak was zo ontwikkeld dat de teamprestatie en de communicatie tussen teamleden objectief gemeten kon worden. De verwachting was dat teams waarbij een gemeenschappelijk mentaal model was bewerkstelligd vooral tijdens complexe omstandigheden beter presteren, elkaar meer (ongevraagd) essentiële informatie geven, minder vragen stellen, meer vragen beantwoorden en sneller antwoord geven op vragen dan teams waarbij geen gemeenschappelijk mentaal model was bewerkstelligd.

De resultaten laten slechts enkele effecten zien van de experimentele manipulatie op de afhankelijke variabelen. Op geen van de prestatiematen is een verschil gevonden tussen de controle- en de experimentele groep. Ongeacht de conditie presteren de teams op dezelfde wijze. Ten aanzien van de communicatie zijn er aanwijzingen gevonden dat de waarnemers uit de experimentele groep zoals verwacht ongevraagd meer essentiële berichten hebben verstuurd dan de waarnemers uit de controlegroep. Geheel tegen de verwachting in was dat de beslisser uit de experimentele groep meer vragen gingen stellen in de moeilijke scenario's, terwijl de beslisser uit de controlegroep juist minder vragen gingen stellen. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de beslisser uit de experimentele groep door de cross-training beter wisten over welke informatie de waarnemers beschikten. Zij waren daarom misschien bang dat zij niet voldoende informatie kregen en zijn dientengevolge meer vragen gaan stellen.

De analyse op de voor- en nameting laat zien dat op de gedefinieerde afhankelijke variabelen eveneens nauwelijks verschillen zijn tussen de controle- en experimentele groep. Alleen de waarnemers uit de experimentele groep hebben ten opzichte van het totaal aantal berichten een hogere proportie essentiële berichten verstuurd dan de waarnemers uit de controlegroep. Het louter uitoefenen van de taak heeft er wel voor gezorgd dat met name de beslisser op een aantal afhankelijke variabelen iets beter zijn gaan presteren. Er is echter geen significant interactie-effect gevonden tussen het krijgen van cross-training en de prestatie op de voor- en nameting. Uitzondering daarop is de proportie door de waarnemer verstuurde berichten over de extra-benodigde middelen. Voor de overige afhankelijke variabelen geldt dat het uitvoeren van de taak niet heeft geleid tot een extra verbeterde prestatie bij één van de groepen. Omdat er op de voor- en nameting weinig verschillen zijn tussen de prestaties van de controle- en experimentele groep is het niet te achterhalen of het effect van cross-training wordt opgeheven door het verrichten van de taak. Teamleden uit de controlegroep hadden door het uitsluitend verrichten van de taak wellicht ook een gemeenschappelijk mentaal model kunnen ontwikkelen. Men zou dan een interactie-effect verwachten tussen conditie en voor- en nameting waarbij de controlegroep tijdens de voormeting slecht zou presteren en op de nameting goed. De experimentele groep zou dan op beide metingen even goed presteren. Echter, op de voor- en nameting presteren de teams uit zowel de controle- als de experimentele groep gelijk.

Hoewel er tussen de eenvoudige en de moeilijke scenario's op een aantal afhankelijke variabelen verschillen zijn gevonden, zijn er een groot aantal afhankelijke variabelen waar geen verschillen zijn gevonden. De prestatiematen laten weliswaar zien dat het in de moeilijke scenario's daadwerkelijk lastiger is om een goede score te behalen, op de communicatiematen is dat verschil echter minder sterk aanwezig. Doordat teamleden het in de moeilijke scenario's drukker hebben zou men verwachten dat de proportie essentiële berichten in de moeilijke scenario's zou afnemen, er minder vragen zouden worden beantwoord en de tijd tussen de vraag en antwoord langer zou duren. Op al deze afhankelijke variabelen is geen significant verschil gevonden tussen de eenvoudige en de moeilijke scenario's. Uitzondering daarop is de proportie door de beslisser verstuurde essentiële berichten. Die is echter in de moeilijke scenario's toegenomen in plaats van afgenomen. Blijkbaar heeft de experimentele manipulatie van de moeilijkheidsgraad dus vooral effect op de prestatiematen. Aangezien de waarnemer in de meeste gevallen zowel in de eenvoudige als in de moeilijke scenario's dezelfde proportie essentiële berichten heeft verstuurd, lijkt het erop dat de verschillen in de prestatiematen vooral zijn te wijten aan de manier waarop de beslisser de beschikbare middelen heeft ingezet.

Wanneer de prestaties van de controle- en de experimentele groep op de afhankelijke variabelen op één en hetzelfde scenario met elkaar worden vergeleken, zijn er wèl een aantal significante verschillen tussen de groepen waarneembaar. Desondanks zijn deze resultaten niet ondubbelzinnig te interpreteren. Ten aanzien van het totaal aantal gelezen berichten, de proportie en het aantal ongevraagd door de waarnemer verstuurde essentiële berichten, heeft de controlegroep in het eenvoudige scenario 15 beter gepresteerd dan de experimentele groep. Daarentegen heeft de experimentele groep (in vergelijking met de controlegroep) in het moeilijke scenario 4 en het eenvoudige scenario 10 met betrekking tot het aantal, de proportie en het aantal ongevraagd door de waarnemer verstuurde essentiële berichten beter

gepresteerd. In het ene scenario heeft de controlegroep dus beter gepresteerd, terwijl in de andere scenario's de experimentele groep beter heeft gepresteerd. De experimentele manipulatie heeft er dus niet voor gezorgd dat in alle gevallen de significante verschillen tussen de groepen op één en hetzelfde scenario de verwachte richting opging. Daarnaast is het niet duidelijk waarom de verschillen tussen de controle- en experimentele groep nu juist in deze scenario's optreden. Vooraf aan het experiment waren de scenario's zo ontwikkeld dat het verschil tussen de scenario's kon worden gedefinieerd als eenvoudig of moeilijk. Hoewel er per definitie verschillen tussen de scenario's onderling zouden zijn, was dat geen opzet. Ook bij de gedetailleerde analyse van de logfiles zijn er geen saillante kenmerken van de scenario's gevonden die de verschillen tussen de groepen zouden kunnen verklaren. Wellicht dat een unieke combinatie van factoren binnen een scenario [zoals moeilijkheidsgraad, aantal gebouwen dat (tegelijk) gaan branden, aantal gevraagde meldingen, aantal keer los alarm en het al dan niet moeten anticiperen op een brand] verantwoordelijk was voor de significante verschillen op de afhankelijke variabelen tussen de controle- en experimentele groep.

De gedetailleerde analyse van de prestaties van de teams met behulp van de logfiles, heeft aangetoond dat de waarnemers uit de experimentele groep tijdens kritieke momenten significant vaker het bericht dat er extra middelen benodigd zijn hebben verstuurd dan de waarnemers uit de controlegroep. Desondanks komt het verschil in deze berichtgeving tussen de controle- en experimentele groep niet tot uitdrukking in het percentage slachtoffers. Aangezien de experimentele groep adequater was in het versturen van dergelijke berichten zou men verwachten dat het percentage slachtoffers daardoor gunstig werd beïnvloed. De verklaring waarom dat niet tot uitdrukking is gekomen in het percentage slachtoffers, is gelegen in het feit dat meerdere factoren bijdragen aan de uiteindelijke score. Dat wil zeggen dat teams naast deze berichtgeving bijvoorbeeld ook adequaat moeten zijn in de overige berichtgeving en gebruik moeten maken van een bepaalde strategie om middelen in te zetten. De analyse van de kritieke momenten in een scenario heeft uitgewezen dat er een zekere samenhang is tussen de prestatie van de teams op deze momenten en de uiteindelijke score. Er blijft echter een deel van de variantie in het percentage slachtoffers bestaan dat niet kan worden verklaard uit de variantie van de handelingen van de teamleden op de kritieke momenten. Dit toont aan dat behalve het gedrag van de teams op de kritieke momenten, ook andere factoren de prestaties van het team beïnvloeden.

De analyse van de resultaten laat geen grote effecten zien van de experimentele manipulatie op de afhankelijke variabelen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat gezien het grote aantal statistische toetsen dat is uitgevoerd, de mogelijkheid bestaat dat de enkele significante effecten die gevonden zijn te danken zijn aan kanskapitalisatie. Dat wil zeggen dat wanneer 100 F-toetsen worden uitgevoerd men op grond van toeval kan verwachten dat 5 daarvan significant zullen zijn. Om te verklaren waarom de experimentele manipulatie tot zo weinig resultaat leidde, dient de gebruikte taak beter te worden bekeken. Een probleem met het gebruik van scenario's als stimuli in een taak is dat het verloop van een scenario niet geheel onder experimentele controle staat. Afhankelijk van het gedrag van de teamleden ontwikkelt een scenario zich immers op een bepaalde manier. Achteraf gezien kan in dit experiment bijvoorbeeld een team dat aan het begin van een scenario een bepaalde handeling niet heeft verricht dat merken aan het verloop van de rest van het scenario. Dat betekent dat

toevalligheden zoals het vergeten van een bericht of het per ongeluk middelen één tijdstap laten staan, een grote invloed kunnen hebben op het verdere verloop van een scenario. Eventuele verschillen tussen de teams worden dan gemaskeerd. De stapsgewijze regressie-analyses die zijn uitgevoerd om de relatie tussen het percentage slachtoffers en de prestaties van de teams op de kritieke momenten te onderzoeken, ondersteunen deze interpretatie. Hoewel een groot deel van de variantie in het percentage slachtoffers kan worden verklaard uit de variantie van de prestatie van de teams op de kritieke momenten, blijft een deel van de variantie onverklaard. Blijkbaar spelen behalve de prestaties van de teams op de kritieke momenten ook andere, wellicht toevallige factoren een rol die eventueel kunnen leiden tot ruis op de gemeten afhankelijke variabelen. Hierbij valt te denken aan teamleden die toevallig een belangrijk bericht vergeten of per ongeluk één brandweerauto ergens laten staan. Individuele componenten zoals snelheid en nauwkeurigheid van werken of vermoeidheid kunnen daarbij van invloed zijn.

Een ander probleem met betrekking tot de gebruikte taak is dat communicatie niet het enige aspect is dat een bijdrage levert aan de uiteindelijke prestatie in termen van het percentage slachtoffers. Variantie in teamprestatie wordt in het huidige onderzoek voor ongeveer 19% verklaard uit de variantie in communicatie tussen de teamleden. In zoverre cross-training een effect op de communicatie tussen teamleden heeft, kan deze vorm van training in de huidige taakopzet slechts tot een beperkt resultaat leiden. Immers, ongeveer 81% van de variantie in teamprestatie (percentage slachtoffers) hangt samen met factoren die niet tot communicatie zijn terug te voeren. Hierbij valt te denken aan kennis en vaardigheden van individuele teamleden, bijvoorbeeld het stellen van de juiste prioriteiten en het snel verwerken en doorgeven van de berichten. Bekijkt men alleen de moeilijke scenario's dan blijkt dat de variantie in het percentage slachtoffers voor ongeveer 41% kan worden verklaard uit de variantie in de communicatiematen. Een algemene conclusie die uit het huidige onderzoek getrokken kan worden is dat gemeenschappelijk mentale modellen pas een substantieel effect kunnen hebben op de teamprestatie als die prestatie voor een groot deel afhankelijk is van efficiënte communicatie tussen teamleden.

Samenvattend, in het huidige experiment zijn enige aanwijzingen gevonden dat het bewerkstelligen van een gemeenschappelijk mentaal model bij teamleden kan bijdragen aan efficiënte communicatie. Zo hebben de waarnemers uit de teams waarbij een gemeenschappelijk mentaal model was bewerkstelligd vaker ongevraagd essentiële informatie verstrekt dan de overige waarnemers. Bovendien waren de waarnemers uit de experimentele groep adequater in hun berichtgeving tijdens kritieke momenten dan de waarnemers uit de controlegroep. Desondanks zijn de effecten van de experimentele manipulatie niet groot. Een verklaring daarvoor zou kunnen zijn dat wanneer gebruik wordt gemaakt van scenario's als stimuli voor een taak, men het gevaar loopt dat deze niet geheel onder experimentele controle staan. Eventuele verschillen tussen de controle- en experimentele groep kunnen daardoor wellicht niet meer tot uitdrukking komen.

5 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

Voor het verder ontwikkelen van een onderzoeksparadigma dat de effecten van gemeenschappelijke mentale modellen op de teamprestatie kan onderzoeken, kan het volgende in overweging worden genomen:

- 1 De gebruikte scenario's moeten in het vervolg meer onder experimentele controle komen te staan. Bij de ontwikkeling van de scenario's dient zodanig rekening te worden gehouden met toevallige gebeurtenissen dat deze geen grote invloed hebben op de prestaties van de teamleden. Men moet er echter voor waken dat dan niet ook de eventuele verschillen tussen de controle- en experimentele groep worden opgeheven.
- 2 De eenvoudige scenario's dienen moeilijker te worden gemaakt. Het percentage slachtoffers was in de eenvoudige scenario's bij nagenoeg alle teams zeer laag. Blijkbaar waren deze scenario's zo eenvoudig dat eventuele verschillen tussen teams niet meer tot uitdrukking kwamen. De taak kan moeilijker gemaakt worden door de beschikbare tijd in iedere cyclus te halveren.
- 3 Ten derde kan men overwegen om er voor te zorgen dat de waarnemer geen informatie uit het overzicht kan versturen als bericht. Tijdens de training is het een aantal keren voorgekomen dat de waarnemer niet-actuele informatie uit het overzicht verstuurde, terwijl de waarnemer dacht dat het actuele informatie uit de stad was. De informatie in het overzicht kan weliswaar actueel zijn, in veel gevallen loopt deze informatie echter achter. De waarnemer heeft het te druk met de taak om goed in de gaten te kunnen houden in hoeverre de informatie uit het overzicht nog overeenstemt met de actuele informatie uit de stad.
- 4 Tot slot zou men kunnen overwegen om de verkennner (waar de waarnemer beschikking over heeft) zonder transport-tijd te laten functioneren. Omdat de verkennner een transport-tijd heeft van één tijdstap is het voordeel om deze in te zetten niet zo groot. Het gevolg is dat in sommige gevallen de waarnemer de verkennner op goed geluk bij een gebouw inzet. Dit terwijl het juist de bedoeling was dat de waarnemer eerst de beslisser zou raadplegen.

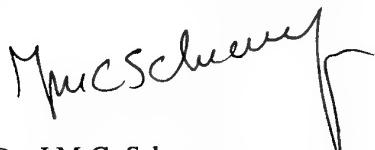
Belangrijk is tenslotte het paradigma zodanig aan te passen dat het overlegaspect meer tot uitdrukking kan komen dan thans het geval is. Hiermee kan het onderzoek naar teambesluitvorming meer in overeenstemming worden gebracht met het onderzoek naar teambesluitvorming in toekomstige commandocentrales. Gedacht kan worden aan overleg tussen twee 'besliszers' over 'common assets' (brandweerauto's) en het belang van kennis van de omgeving en het systeem voor de gezamenlijke besluitvorming.

REFERENTIES

- Bannon, L.J. (1986). Computer-Mediated Communication. In D.A. Norman & S.W. Draper (Eds.), *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* (pp. 433-452). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cannon-Bowers J.A., Salas, E. & Converse, S.A. (1993). Shared Mental Models in Expert Team Decision Making. In N.J. Castellan jr. (Ed.), *Individual and Group Decision Making: Current Issues* (pp. 221-246). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Converse, S.A., Cannon-Bowers J.A. & Salas, E. (1991). Team Member Shared Mental Models: a theory and some methodological issues. *Proceedings of the Human Factors Society 35th annual meeting*, 1417-1421.
- Coury, B.G. & Terranova, M. (1991). Collaborative Decision Making in Dynamic Systems. *Proceedings of the Human Factors Society 35th annual meeting*, 944-948.
- Duffy, L. (1993). Team Decision Making and Technology. In N.J. Castellan jr. (Ed.), *Individual and Group Decision Making: Current Issues* (pp. 247-266). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dyer, J.L. (1984). Team Research and Team Training: a state of the art review. In F.A. Muckler (Ed.), *Human Factors Review* (pp. 285-323). Santa Monica: The Human Factors Society.
- Fussell, S.R. & Benimoff, N.I. (1995). Social and Cognitive Processes in Interpersonal Communication: Implications for Advanced Telecommunications Technologies. *Human Factors*, 37, 228-250.
- Hollenbeck, J.R., Ilgen, D.R., Sego, D.J., Hedlund, J., Major, D.A. & Phillips, J. (1995). Multilevel Theory of Team Decision Making: Decision Performance In Teams Incorporating Distributed Expertise. *Journal of Applied Psychology*, 80, 292-316.
- Klein, G.A. (1993). A Recognition-Primed Decision Model of Rapid Decision Making. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C.E. Zsambok (Eds.), *Decision Making in Action: models and methods* (pp. 138-147). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Orasanu, J. (1993). Decision Making in the Cockpit. In E.L. Wiener, B.G. Kanki & R.L. Helmreich (Eds.), *Cockpit Resource Management* (pp. 132-172). San Diego, CA: Academic Press.
- Orasanu, J. & Connolly, T. (1993). The Reinvention of Decision Making. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C.E. Zsambok (Eds.), *Decision Making in Action: models and methods* (pp. 3-20). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Orasanu, J. & Salas, E. (1993). Team Decision Making in Complex Environments. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C.E. Zsambok (Eds.), *Decision Making in Action: models and methods* (pp. 327-345). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Rouse, W.B., Cannon-Bowers J.A. & Salas, E. (1992). The Role of Mental Models in Team Performance in Complex Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22, 1296-1308.
- Salas, E., Bowers, C.A. & Cannon-Bowers, J.A. (1995). Military Team Research: ten years of progress. *Military Psychology*, 7, 55-75.
- Schraagen, J.M.C. (1995). *Besluitvorming in teams: een onderzoeksparadigma* (Rapport TNO-TM 1995 B-1). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

- Schraagen, J.M.C. & Rasker P.C. (1995). *Gemeenschappelijke mentale modellen en teambesluitvorming* (Rapport TNO-TM 1995 B-17). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Serfaty, D., Entin, E.E. & Volpe, C. (1993). Adaption to stress in team decision-making and coordination. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th annual meeting*, 1228-1232.
- Serfaty, D. & Entin, E.E. (1995). Shared Mental Models and Adaptive Team Coordination. *Proceedings of the First International Symposium on Command and Control Research and Technology*, 289-249.
- Stout, R. & Salas, E. (1993). The Role of Planning in Coordinated Team Decision Making: Implications for Training. *Proceedings of the Human Factors Society 37th annual meeting*, 1238-1242.
- Volpe, C.E., Cannon-Bowers, J.A., Salas, E. & Spector, P.E. (1996). The Impact of Cross-Training on Team Functioning: An Empirical Investigation. *Human Factors*, 38, 87-100.
- Weaver, J.L., Bowers, C.A., Salas, E. & Cannon-Bowers, J.A. (1995). Networked simulations: New Paradigms for Team Performance Research. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 27, 12-24.
- Whittaker, S., Geelhoed, E. & Robinson, E. (1993). Shared Workspaces: how do they work and when are they useful? *International Journal of Man Machine Studies*, 813-842.

Soesterberg, 2 september 1996



Dr. J.M.C. Schraagen
(1^e auteur, projectleider)

BIJLAGE A Beschrijving brandweertaak**OPSTELLING**

De twee proefpersonen die deel uitmaken van het team zitten ieder in een aparte ruimte met elk een eigen beeldscherm. Deze beeldschermen maken deel uit van een systeem waarop de computersimulatie van de brandweertaak plaatsvindt. Het systeem is van het merk 'Silicon Graphics' met een 'Indy' werkstation. De experimentleider beschikt over beide beeldschermen en heeft de mogelijkheid de voortgang van het experiment te controleren. De teamleden kunnen met behulp van een computer-muis de cursor (in de vorm van een pijl) besturen zodat de positie op het scherm duidelijk is. Door bepaalde functies op het beeldscherm met de muis aan te klikken kunnen opdrachten worden uitgevoerd. Tussen de teamleden is tijdens de taakuitvoering geen direct auditief of visueel contact mogelijk. Communicatie tussen de teamleden kan alleen plaatsvinden door het sturen van berichten met behulp van het computersysteem (vergelijkbaar met email). Uitzondering daarop is de training van de experimentele groep. Alleen bij het oefenen van de eigen taak in teamverband mogen teamleden uit de experimentele groep vrij met elkaar spreken. Daarna kan communicatie alleen nog plaatsvinden door middel van het sturen van een bericht met het systeem. De waarnemer en de beslisser hebben ieder een eigen beeldscherm met een unieke lay-out. In de volgende paragrafen wordt eerst een beschrijving gegeven van het beeldscherm van de waarnemer en vervolgens van het beeldscherm van de beslisser.

BEELDSCHERM WAARNEMER*Stad*

De stad wordt op het beeldscherm van de waarnemer gerepresenteerd op een plattegrond met de volgende gebouwen: woonhuizen, huizencomplexen, scholen, fabrieken en ziekenhuizen. Tabel VI is een overzicht van alle typen gebouwen die zich in de stad bevinden. In de tabel is tevens weergegeven hoeveel gebouwen er van elk type in de stad staan, hoeveel slachtoffers per type gebouw kunnen vallen en hoeveel middelen er in eerste instantie minimaal nodig zijn om de brand te kunnen blussen.

Wanneer een gebouw in de stad gaat branden, wordt dat expliciet kenbaar gemaakt door middel van een opvallend rood kader om het desbetreffende gebouw. Bij de start van de brand zal het kader gaan knipperen tot aan het moment waarop het gebouw met behulp van de computer-muis wordt aangeklikt. Op de plattegrond wordt een gebouw dat brandmeester is, aangegeven door middel van een groen kader. Gebouwen die zijn afgebrand, krijgen op de plattegrond een zwart kader met een rood kruis. Het rode kader van een brandend gebouw blijft om het gebouw aanwezig zolang het gebouw brandt en gaat pas groen knipperen als de brand bedwongen is en zwart knipperen als het gebouw afgebrand is. Ook hiervoor geldt dat de kaders rond deze gebouwen ophouden met knipperen wanneer deze worden aangeklikt met de muis.

Tabel VI Typen gebouwen, met per type het aantal op het scherm, het aantal slachtoffers bij volledig afbranden en het aantal minimaal benodigde middelen

Gebouw	Aantal	Slachtoffers	Benodigd
Woonhuis	14	2	1
Huizencomplex	14	10	2
School	4	200	3
Fabriek	14	500	4
Ziekenhuis	3	1000	5

Pyromaan

Door de stad loopt een pyromaan rond die de gebouwen in brand kan steken. De pyromaan is voor de waarnemer niet zichtbaar. Wel kan de teamgenoot vertellen in welk kwadrant van de plattegrond de pyromaan zich bevindt. Rechtsboven op het beeldscherm bevindt zich een viertal vakjes die ieder een kwadrant van de plattegrond representeren. Door middel van een knoppenpaneel kan de teamgenoot (de beslisser) de vakjes geel doen oplichten en zo aangeven in welk kwadrant van de plattegrond de pyromaan zich bevindt. Wanneer een vakje geel oplicht weet de waarnemer dat de pyromaan zich in het corresponderende kwadrant bevindt. In dat kwadrant lopen de gebouwen in vergelijking tot andere kwadranten het grootste gevaar om in brand te vliegen.

Gebouwen informatie

Door met de computer-muis een gebouw op de plattegrond aan te klikken verschijnt een uniek gebouwen-label. In een apart venster (links onder op het beeldscherm) verschijnt informatie over het desbetreffende gebouw. Daarin wordt weergegeven om welk gebouw het gaat, in welke toestand (brand, brandmeester of afgebrand) het gebouw zich bevindt en hoeveel middelen het gebouw minimaal nodig heeft om het te kunnen blussen. Gebouwen die niet in brand staan kunnen ook worden aangeklikt. In het venster verschijnt dan informatie of het gebouw gevaar loopt om binnen een bepaalde tijd te gaan branden. Onder aan het venster bevindt zich de button 'Naar overzicht'. Door het aanklikken van deze button kan de waarnemer de informatie over de verschillende gebouwen in een overzicht onder elkaar zetten.

Overzicht

Het overzicht is midden onder op het beeldscherm van de waarnemer gesitueerd. Het bestaat uit een aantal kolommen waarin dezelfde informatie over het gebouw kan worden overgenomen als de informatie die bij het aanklikken van het gebouw bekend is geworden. Met behulp van button 'Verwijderen' kunnen gebouwen weer uit het overzicht worden weggehaald. De waarnemer kan in het overzicht zien om welk gebouw het gaat en hoeveel middelen het gebouw nodig heeft om het te kunnen blussen. Wanneer het gebouw niet in

brand staat wordt er aangegeven of het gebouw gevaar loopt en wanneer de brand eventueel zou kunnen uitbreken. In het overzicht staat ook aangegeven hoeveel brandweerauto's er bij een gebouw (op lokatie) aanwezig zijn. Deze informatie kan de waarnemer alleen in zijn overzicht opnemen wanneer de beslisser daar een bericht over heeft gestuurd. Naast deze informatie wordt in het overzicht ook een tijdsaanwijding gegeven. Dat houdt in dat er is aangegeven in welke tijdstap men het bericht in het overzicht heeft opgenomen. De brandweertaak bestaat namelijk uit het doorlopen van verschillende scenario's. Elk scenario is bestaat uit 20 tijdstappen van 30 seconden.

Verkenningsauto

Afhankelijk van de inzet van brandweerauto's hebben brandende gebouwen na verloop van tijd meer of minder auto's nodig. Bij de aanvang van elke nieuwe tijdstap wordt door het systeem bepaald hoeveel auto's een gebouw nodig heeft. Door een gebouw op de plattegrond aan te klikken kan de waarnemer daarover informatie opvragen. Echter niet alle informatie is actueel. De waarnemer krijgt alleen actuele informatie over elke nieuwe brand, de gevraamdelingen en het aantal benodigde auto's in tijdstap 1, 5, 9, 13 en 17. Wanneer de waarnemer van een bepaald gebouw toch actuele informatie wenst te hebben (over de brand en het benodigde aantal auto's) dan heeft de waarnemer de mogelijkheid om een verkenningsauto in te zetten. De verkenningsauto wordt ingezet door met de muis het gebouw uit de stad aan te klikken waarover de waarnemer actuele informatie wilt. Daarvoor dient de waarnemer de rechterknop van de muis te bedienen. Op het scherm verschijnt een apart venster waarop de inzet van de verkenningsauto moet worden bevestigd. De inzet wordt op het scherm zichtbaar gemaakt door middel van een ronde blauwe cirkel (met daar doorheen een kruis) op het desbetreffende gebouw. De verkenningsauto is niet meteen ter plaatsen. De waarnemer dient rekening te houden met een transport-tijd van één tijdstap. Gedurende de tijd dat de auto onderweg is zal de blauwe cirkel knipperen en kan de waarnemer over dat gebouw géén actuele informatie krijgen. Zodra de verkenningsauto aanwezig is zal de blauwe cirkel niet meer knipperen en kan de waarnemer wèl actuele informatie verkrijgen. De verkenningsauto kan van gebouw naar gebouw worden gestuurd, zonder dat deze eerst naar de kazerne terug hoeft.

Klok

Rechtsonder op het beeldscherm van de waarnemer staat een afbeelding van een klok als representatie van een tijdstap. De klok start bij het maximum (30 seconden), loopt terug tot de nulwaarde, begint weer bij het maximum en loopt opnieuw terug tot de nulwaarde enzovoort. Dit iteratief proces duurt tot het einde van het scenario.

Lezen berichten

In een apart venster rechtsboven op het beeldscherm kan de waarnemer berichten ontvangen die de beslisser heeft opgestuurd. De waarnemer kan de informatie uit het venster opnemen in het overzicht door de button 'Naar overzicht' met de computer-muis aan te klikken. De ontvangen berichten hebben een standaard formaat en bevat informatie over hoeveel

brandweerauto's er bij een bepaald gebouw zijn ingezet. De waarnemer kan drie verschillende soorten berichten van de beslisser ontvangen:

- 1 Bericht over het aantal auto's dat de beslisser bij een bepaald gebouw heeft ingezet. Er verschijnt een gebouwenlabel bij 'Gebouw' en een getal (aantal auto's) bij 'Aanwezig'.
- 2 Bericht over het aantal auto's dat nog in de kazerne aanwezig is en waar de beslisser nog over beschikt. Bij 'Gebouw' wordt er aangegeven dat het om de kazerne gaat en een getal bij 'Aanwezig' geeft het aantal auto's aan dat beschikbaar is.
- 3 Vraag over het actuele aantal benodigde auto's bij een bepaald gebouw. Wanneer er bij 'Benodigd' een vraagteken verschijnt wil de beslisser graag weten hoeveel brandweerauto's er bij een bepaald gebouw (nog) nodig zijn.

Als de waarnemer berichten niet verwerkt kan het gebeuren dat deze zich opstapelen en zodoende niet gelezen kunnen worden. Het meest recente bericht kan namelijk pas gelezen worden wanneer de voorgaande berichten zijn verwerkt. Of de waarnemer het aantal berichten dat is binnengekomen allemaal op tijd heeft bijgehouden, kan worden afgelezen aan het getal boven het venster met de berichten. Het getal geeft aan hoeveel berichten er nog gelezen moeten worden.

Verzenden berichten

De waarnemer kan berichten over branden versturen naar de beslisser. Het versturen van berichten verloopt door middel van een apart venster (rechts in het midden op het beeldscherm) voor uitgaande berichten. De waarnemer kan op twee manieren informatie in het venster opnemen. Wanneer een gebouw uit het overzicht wordt aangeklikt, verschijnt deze informatie automatisch in het venster. Wanneer een gebouw uit de stad wordt aangeklikt verschijnt daarover informatie in een apart venster. Door de button 'Naar overzicht' aan te klikken wordt deze informatie eveneens automatisch in het venster voor uitgaande berichten opgenomen. De waarnemer kan drie verschillende soorten berichten naar de beslisser sturen:

- 1 Bericht over het aantal benodigde auto's bij een brandend gebouw. Bij 'Gebouw' verschijnt een gebouwenlabel en bij 'Benodigd' het aantal auto's. Hier kan de waarnemer ook aangeven of er na verloop van tijd bij een brand meer of minder auto's nodig zijn.
- 2 Bericht over het gevaar dat een gebouw binnen afzienbare tijd kan gaan branden. Bij 'Gebouw' verschijnt een gebouwenlabel en bij 'Gevaar' verschijnt het nummer van de tijdstap (1 tot en met 20) wanneer het gebouw eventueel gaat branden.
- 3 Vraag over het aantal brandweerauto's dat de beslisser bij een gebouw heeft ingezet. Door de button 'Aanwezig' aan te klikken verschijnt er een vraagteken. Daarmee kan de waarnemer vragen hoeveel brandweerauto's er bij een bepaald gebouw zijn ingezet. Ook kan de waarnemer aan de beslisser vragen hoeveel auto's er in de kazerne beschikbaar zijn.

Score

Aan het eind van elk scenario verschijnt op het beeldscherm van de waarnemer een venster met daarop de score van het desbetreffende scenario. De score geeft enerzijds het aantal mogelijke slachtoffers en anderzijds het aantal gevallen slachtoffers. Het aantal mogelijke slachtoffers geeft aan hoeveel mensen gevaar lopen als gevolg van de op dat moment

brandende gebouwen in de stad. Het aantal gevallen slachtoffers geeft aan hoeveel slachtoffers op dat moment gevallen zijn als gevolg van het feit dat gebouwen zijn afgebrand. Indien de beide getallen gelijk zijn aan het einde van een scenario duidt dat op een slechte teamprestatie. Dat wil immers zeggen dat alle personen die mogelijk slachtoffer zouden worden ook inderdaad slachtoffer zijn geworden.

BEELDSCHERM BESLISSE

Overzicht branden

Op het beeldscherm van de beslisser is een overzicht ‘Branden’ weergegeven. Het overzicht bevat een aantal kolommen waarin informatie via binnenvkomende berichten van de waarnemer kan worden opgenomen over gebouwen, benodigde brandweerauto’s, ingezette brandweerauto’s en de tijdstap wanneer de melding heeft plaatsgevonden. Wanneer een gebouw niet in brand staat maar een dreiging heeft om in een bepaalde tijdstap te gaan branden, kan dit gebouw ook worden opgenomen in het overzicht. Door de button ‘Verwijderen’ aan te klikken kan men gebouwen die brand meester of afgebrand zijn uit het overzicht halen. Met behulp van het overzicht kan de beslisser de inzet van brandweerauto’s bepalen. Het inzetten van middelen geschiedt met behulp van de ‘plus’ en ‘min’ button. Het aanklikken van de plus button betekent dat er één brandweerauto bij het desbetreffende gebouw moet worden ingezet. Door de min button aan te klikken kunnen brandweerauto’s weer worden teruggehaald. Men kan het aantal auto’s dat men wil inzetten wijzigen door de plus of min button meerdere keren aan te klikken. Pas als de klok het nulpunt is gepasseerd wordt de inzet definitief. Brandweerauto’s die zijn ingezet zijn niet meteen op locatie. De auto’s hebben tijd nodig voor het transport alvorens ze bij de brand aanwezig zijn. Deze transport-tijd duurt één tijdstap en is ook in het overzicht opgenomen (kolom ‘Onderweg’). Daaraan kan men zien hoeveel auto’s onderweg zijn naar het desbetreffende gebouw. Wanneer de brandweerauto’s eenmaal aanwezig zijn is dat op te maken uit de kolom ‘Aanwezig’.

Kazerne

De beslisser heeft beschikking over zes brandweerauto’s. In het venster ‘Kazerne’ links onder op het beeldscherm staat hoeveel auto’s er beschikbaar zijn. Ook staat er aangegeven hoeveel auto’s er in totaal onderweg zijn. Door het aanklikken van de button ‘Naar mail’ kan de beslisser de informatie met betrekking tot het aantal middelen dat beschikbaar is overbrengen naar het venster ‘Verzenden berichten’.

Klok

De beslisser beschikt over een klok met dezelfde representatie van een tijdstap als de klok van de waarnemer.

Lezen berichten

Rechtsboven op het beeldscherm in het venster 'Lezen berichten' kan de beslisser berichten ontvangen van de waarnemer. In het venster voor inkomende berichten (rechtsboven op het beeldscherm) kan de beslisser berichten ontvangen van de waarnemer èn het systeem. Een ontvangen bericht kan via het aanklikken van de button 'Naar overzicht' in het overzicht worden opgenomen. Een ontvangen bericht heeft een standaard formaat en bevat items met ingevulde waarde. Van de waarnemer kan de beslisser drie soorten berichten ontvangen:

- 1 Bericht over een brand in een gebouw en het aantal benodigde auto's. Bij 'Gebouw' verschijnt een gebouwenlabel met het type gebouw, bij 'Toestand' wordt er aangegeven dat er brand is en bij 'Benodigd' wordt er aangeven hoeveel auto's er nodig zijn om de brand te blussen. Tevens staat er bij 'Aanwezig' hoeveel auto's er al aanwezig zijn.
- 2 Bericht over het gevaar dat een gebouw binnen een afzienbare tijd gaat branden. Er verschijnt bij 'Gebouw' een gebouwenlabel, bij 'Toestand' dat het om een gevraagde melding gaat en bij 'Gevaar' de tijdstap wanneer een gebouw eventueel gaat branden.
- 3 Vraag over hoeveel brandweerauto's er aanwezig zijn bij een bepaald gebouw. Wanneer bij 'Aanwezig' een vraagteken staat dan wil de waarnemer graag van de beslisser weten hoeveel brandweerauto's bij een bepaald gebouw aanwezig zijn.

Behalve berichten van de waarnemer krijgt de beslisser door middel van dit venster ook berichten van het systeem met betrekking tot de positie van de pyromaan. Het systeem vertelt de beslisser precies in welk kwadrant de pyromaan zich bevindt door bij 'Gevaar' het kwadrant (b.v. kwadrant II) aan te geven.

Verzenden berichten

De beslisser heeft de mogelijkheid om berichten te maken en deze te versturen naar de waarnemer. De beslisser kan hiertoe informatie van het overzicht opnemen in een venster (rechtsonder op het beeldscherm) voor uitgaande berichten. Deze standaardberichten zijn nog niet nader ingevuld met een bepaalde waarde maar de beslisser kan gegevens uit het overzicht automatisch overnemen in het venster voor uitgaande berichten door een gebouw uit het overzicht aan te klikken. Zodra de beslisser een gebouw uit het overzicht heeft aangeklikt, is deze beschikbaar in het venster en kan het bericht worden verstuurd. Het venster voor uitgaande berichten bevat gestandaardiseerde berichten. Berichten worden verstuurd wanneer de beslisser de button 'Versturen' aanklikt. De beslisser kan drie soorten berichten naar uw teamgenoot versturen:

- 1 Bericht over het aantal ingezette auto's bij een bepaald gebouw. Bij 'Gebouw' verschijnt een gebouwenlabel met het type gebouw en bij 'Aanwezig' verschijnt het aantal auto's dat aanwezig is.
- 2 Bericht over het aantal auto's dat nog in de kazerne beschikbaar is. Bij 'Gebouw' wordt er aangegeven dat het om de kazerne gaat en bij 'Aanwezig' staat er hoeveel auto's er nog aanwezig zijn.
- 3 Vraag over hoeveel brandweerauto's er bij een bepaald gebouw nodig zijn. Wanneer de beslisser de button 'Benodigd' aanklikt verschijnt er een vraagteken en geeft de beslisser te kennen dat deze wilt weten hoeveel brandweerauto's er bij een bepaald gebouw nodig zijn.

Knoppenpaneel kwadranten

Met behulp van het knoppenpaneel (midden onder op het beeldscherm) kan de beslisser aan de waarnemer rapporteren in welk kwadrant de pyromaan zich bevindt. Wanneer de beslisser een bericht over de locatie van de pyromaan van het systeem heeft ontvangen kan deze de knop op het knoppenpaneel aanklikken dat correspondeert met het desbetreffende kwadrant. Bij de waarnemer wordt dan duidelijk gemaakt in welk kwadrant de pyromaan zich bevindt. Door middel van het venster voor binnenkomende berichten wordt het kwadrant waarin de pyromaan zich bevindt aan de beslisser gemeld. Bij 'Gevaar' wordt dan een melding gegeven van het desbetreffende kwadrant.

Score

Aan het eind van elk scenario verschijnt op het beeldscherm van de beslisser een venster met daarop de score van het desbetreffende scenario. Dit venster bevat dezelfde informatie als het venster van de waarnemer.

COMMUNICATIE TUSSEN WAARNEMER EN BESLISSE

In de volgende paragraaf wordt er aangegeven welke informatie de teamleden elkaar kunnen verstrekken door middel van een bericht met het computersysteem. Daarbij wordt eerst de berichten die de waarnemer kan versturen behandeld, vervolgens de berichten die de beslisser kan versturen. Alle berichten die de teamleden elkaar kunnen versturen kunnen worden gemeten als afhankelijke variabelen. Van elke gemeten afhankelijke variabele wordt een definitie gegeven (tussen haakjes staat de variabele naam vermeld zoals die is opgenomen in de data-matrix).

Waarnemer

De waarnemer moet de beslisser op de hoogte houden van de situatie in de stad. De volgende informatie kan de waarnemer door middel van een bericht aan de beslisser verzenden:

- 1 De dreiging van gebouwen die gevaar lopen om in een bepaalde tijdstap te gaan branden. Omdat de beslisser op basis van deze informatie kan anticiperen op een toekomstige brand is dit een essentieel bericht. De beslisser kan de waarnemer niet om deze informatie vragen. Ten opzichte van de werkelijke verwachting die door het systeem wordt gegeven, wordt de proportie verwachting die de waarnemer door middel van een bericht naar de beslisser stuurt als afhankelijke variabele gemeten (ess_verw).
- 2 Het aantal middelen dat benodigd is bij een brand. Dit is een essentieel bericht omdat de beslisser met deze informatie de inzet van middelen kan bepalen. Dit is van belang bij het begin van de brand (wanneer de eerste inzet wordt bepaald), maar ook bij het verdere verloop van de brand wanneer een gebouw afhankelijk van de inzet met meer of minder middelen toe kan. De waarnemer kan de beslisser dan vertellen of er middelen overbodig zijn ingezet of dat er ergens middelen te kort komen. De beslisser kan de waarnemer vragen om de benodigde inzet van middelen. Het totaal aantal essentiële berichten dat de

waarnemer heeft verstuurd is opgenomen als afhankelijke variabele (ess_wn). Deze is onderverdeeld in de proportie essentiële berichten zowel ten opzichte van het totaal aantal berichten dat de waarnemer heeft verstuurd (ess1_wn) als het maximaal aantal mogelijke essentiële berichten dat de waarnemer kan versturen (ess2_wn). De proportie essentiële berichten die de waarnemer heeft verstuurd is verder onderverdeeld in de volgende afhankelijke variabelen: proportie berichten over nieuw ontstane branden (ess_nw) ten opzichte van het werkelijke aantal nieuwe branden dat in de stad is ontstaan; proportie berichten over de afname van benodigde middelen ten opzichte van de werkelijke afname van benodigde middelen bij brandende gebouwen in de stad (ess_wijz1); proportie berichten over de toename van extra benodigde middelen ten opzichte van de werkelijke toename van extra benodigde middelen bij brandende gebouwen in de stad (ess_wijz2).

- 3 Naast het geven van berichten kan de waarnemer ook vragen of er bij een bepaalde gebouw middelen aanwezig zijn. Als afhankelijke variabelen is opgenomen het totaal aantal vragen dat de waarnemer stelt (wnq_cnt), het totaal aantal door de waarnemer gestelde vragen die door de beslisser zijn beantwoord (wnqa_cnt), de proportie door de waarnemer gestelde vragen die door de beslisser zijn beantwoord ten opzichte van het totaal aantal door de waarnemer gestelde vragen (wnqa_perc) en de gemiddelde tijd tussen de vraag van de waarnemer en het antwoord van de beslisser (wnqa_sec).
- 4 Berichten over het de toename en de afname van het aantal benodigde middelen kan de waarnemer versturen als antwoord op een vraag van de beslisser. De waarnemer kan deze essentiële informatie ook ongevraagd versturen, deze als afhankelijke variabele opgenomen (ong_wn).

Het totaal aantal berichten dat door de waarnemer is verstuurd is ook vastgelegd als afhankelijke variabele (brcht_wn). Het totaal aantal berichten bestaat uit alle verstuurde essentiële berichten, alle vragen en alle niet essentiële berichten zoals berichten met verouderde informatie, informatie die reeds is verstuurd en vragen die al zijn beantwoord.

Bij de communicatie behoort niet alleen het verzenden van berichten maar ook het lezen van alle binnengekomen berichten. Omdat de waarnemer nieuwe berichten alleen kan lezen wanneer er op de button 'Naar overzicht' wordt geklikt kan het aantal door de waarnemer gelezen berichten worden vastgesteld. Als afhankelijke variabele zijn opgenomen het aantal berichten dat de waarnemer heeft gelezen (lees_wn) en het aantal berichten dat de waarnemer heeft gelezen in 1 tijdstap (lees1_wn).

Beslisser

De beslisser kan de waarnemer op de hoogte houden van de inzet van de middelen. De volgende informatie kan de beslisser door middel van een bericht aan de waarnemer verzenden:

- 1 De toekenning van brandweerauto's aan bepaalde gebouwen. Dit is een essentieel bericht omdat de waarnemer dan kan controleren in hoeverre het aantal ingezette auto's voldoet aan het aantal benodigde auto's. De waarnemer kan de beslisser om deze informatie vragen. Het totaal aantal essentiële berichten dat de beslisser heeft verstuurd is opgenomen als afhankelijke variabele (ess_al). Deze is onderverdeeld in de proportie essentiële berichten zowel ten opzichte van het totaal aantal berichten dat de beslisser heeft

verstuurd (ess1_al) als het maximaal aantal mogelijke essentiële berichten dat de waarnemer kan versturen (ess2_al). Ook is er als afhankelijke variabele vastgesteld wat de proportie berichten is over wijziging in de inzet van middelen ten opzichte van de werkelijke wijziging (ess_wijz3).

- 2 Het aantal auto's dat in kazerne beschikbaar of onderweg is. Dit is voor de waarnemer geen essentieel bericht. De waarnemer kan de beslisser om deze informatie vragen.
- 3 Naast het geven van berichten kan de beslisser ook vragen hoeveel middelen er bij een (brandend) gebouw nodig zijn. Als afhankelijke variabelen is opgenomen het totaal aantal vragen dat de beslisser stelt (alq_cnt), het totaal aantal door de beslisser gestelde vragen die door de waarnemer zijn beantwoord (alqa_cnt), de proportie door de beslisser gestelde vragen die door de waarnemer zijn beantwoord ten opzichte van het totaal aantal door de beslisser gestelde vragen (alqa_perc) en de gemiddelde tijd tussen de vraag van de beslisser en het antwoord van de waarnemer (alqa_sec).
- 4 Berichten over de inzet van middelen aan gebouwen kan de beslisser versturen als antwoord op een vraag van de waarnemer. De beslisser kan deze essentiële informatie ook ongevraagd versturen, deze is als afhankelijke variabele opgenomen (ong_al).

Het totaal aantal berichten dat door de beslisser is verstuurd is ook vastgelegd als afhankelijke variabele (brcht_al). Het totaal aantal berichten bestaat uit alle verstuurde essentiële berichten, alle vragen en alle niet essentiële berichten zoals berichten met verouderde informatie, informatie die reeds is verstuurd, berichten over de kazerne en vragen die al zijn beantwoord.

Het lezen van alle binnengekomen berichten is ook bij de beslisser vastgesteld. Voor de beslisser geldt (net zoals bij de waarnemer) dat nieuwe berichten alleen gelezen kunnen worden wanneer er op de button 'Naar overzicht' wordt geklikt. Zodoende kan het aantal gelezen berichten door de beslisser worden vastgesteld. Als afhankelijke variabele zijn opgenomen het aantal berichten dat de beslisser heeft gelezen (lees_al) en het aantal berichten dat de waarnemer heeft gelezen in 1 tijdstap (lees1_al).

STATE TRANSITION DIAGRAM

Het beschrijven van de wijze waarop een brand zich ontwikkelt, gebeurt met behulp van een 'State Transition Diagram' (STD). Uitgaande van een vaste set toestanden waarin een brand zich kan bevinden, beschrijft een dergelijk diagram de overgangen tussen de toestanden afhankelijk van het aantal ingezette middelen op dat moment. Tabel VII is een voorbeeld van een vereenvoudigd STD.

Tabel VII Vereenvoudigd State Transition Diagram.

	transitions	A	B	C	D	E	
end	A	≥ 0	•	•	•	•	
	B	≥ 1	•	0	•	•	
states	begin	C	•	≥ 2	1	0	•
		D	•	•	≥ 3	2	≤ 1
end	E	•	•	•	•	≥ 0	

De brand beschreven in Tabel III, kan zich in 5 toestanden bevinden (A tot en met E). Toestand C is de initiële toestand. De toestanden A en E zijn eindtoestanden. In het geval van A is een brand succesvol bedwongen, bij E is de brand uit de hand gelopen. In de matrix staan de mogelijke overgangen tussen de toestanden. In de rijen treft men de huidige toestand aan, de kolommen de volgende toestand. Bevindt een brand zich nu in toestand D en zijn er 3 auto's ingezet, dan zal C de volgende toestand zijn. Worden er echter geen middelen ingezet dan zal E de volgende toestand zijn en is het gebouw afgebrand. Door verschillende van dit soort diagrammen op te zetten, kan eenvoudig onderscheid worden gemaakt tussen felle en rustige branden.

Gedurende één tijdstap blijven gebouwen die eenmaal branden in dezelfde toestand steken. In elke volgende tijdstap wordt de situatie van de brand geëvalueerd en wordt er bekeken hoeveel middelen er aanwezig zijn. Afhankelijk van de inzet van deze middelen wordt de toestand van de brand opnieuw bepaald. Steeds als er een nieuwe tijdstap aanbreekt worden de toestanden van de branden in de stad gactualiseerd door het systeem aan de hand van de inzet van auto's op branden. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat de toestand van een brand bij aanvang van een nieuwe tijdstap zodanig is verergerd dat er meer brandweerauto's benodigd zijn. Ook wordt bij aanvang van een nieuwe tijdstap doorgerekend wat de effecten van de ingezette auto's op de branden zijn. In de volgende paragraaf wordt het gebruik van een STD nader beschreven met behulp van een voorbeeld. Dit betreft een brand in een ziekenhuis.

VOORBEELD GEBRUIK STD VAN EEN ZIEKENHUIS

In tijdstap 12 begint een brand in een ziekenhuis. Wanneer een gebouw begint te branden bevindt het zich in de initiële toestand E. Het team besluit om 5 beschikbare brandweerauto's in te zetten. In tijdstap 13 zijn deze auto's vervolgens op transport. In Tabel VIII kan men uit de STD lezen dat wanneer er geen middelen worden toegekend de toestand van de brand verschuift van E naar F.

Tabel VIII State Transition Diagram van ziekenhuis.

	transitions	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
end	A	≥ 0	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	B	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•	•
	C	•	≥ 4	3	2	1	0	•	•	•	•
	D	•	•	≥ 5	4	3	2	1	0	•	•
states	begin	E	•	•	•	≥ 5	4	≤ 3	•	•	•
	F	•	•	•	•	≥ 5	•	4	≤ 3	•	•
	G	•	•	•	•	•	≥ 5	•	4	≤ 3	•
	H	•	•	•	•	•	•	≥ 5	•	≤ 4	•
	I	•	•	•	•	•	•	•	≥ 5	•	≤ 4
end	J	•	•	•	•	•	•	•	•	•	≥ 0

De brand wordt in tijdstap 13 geëvalueerd. Omdat de brandweerauto's nog op transport zijn en niet bij het ziekenhuis aanwezig zijn, is de toestand van de brand verslechterd naar toestand F. In de volgende tijdstap (tijdstap 14) zijn de benodigde brandweerauto's bij het ziekenhuis op locatie. Door de aanwezigheid van 5 brandweerauto's verbetert de toestand van de brand zich naar toestand E. Zolang de inzet van de brandweerauto's voldoende blijft, zal de brand zich met elke tijdstap verbeteren richting toestand A zodat de brand meester is. Uit de STD blijkt ook dat wanneer de brand in het ziekenhuis eenmaal toestand B heeft bereikt er in plaats van 5 auto's slechts 1 brandweerauto nodig is. Met behulp van een STD is men in staat een brand te beschrijven in verschillende discrete toestanden en het verloop te bepalen afhankelijk van de inzet van brandweerauto's. In appendix B wordt een overzicht gegeven van de verschillende STD's die een beschrijving geven van de toestanden van de branden van de verschillende gebouwen in de stad.

BIJLAGE B Overzicht State Transition Diagrams
STD woonhuis

De brand in een woonhuis is een rustige brand die weinig brandweerauto's nodig heeft. Bij de start van de brand is er minimaal 1 auto nodig om de brand te kunnen blussen.

	transitions	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
end	A	≥ 0	0	•	•	•	•	•	•	•	•
	B	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•	•
	C	•	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•
	D	•	•	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•
states	begin	E	•	•	•	≥ 1	•	0	•	•	•
	F	•	•	•	•	≥ 1	•	0	•	•	•
	G	•	•	•	•	•	≥ 2	1	0	•	•
	H	•	•	•	•	•	•	≥ 2	1	•	•
	I	•	•	•	•	•	•	•	≥ 2	•	0
end	J	•	•	•	•	•	•	•	•	•	≥ 0

STD huizencomplex

De brand van een complex kan eveneens met weinig middelen bedwongen worden. Niettemin moeten brandweerauto's snel worden ingezet omdat de brand zich in korte tijd ontwikkelt. In sommige gevallen loont het moeite om een extra auto te sturen. Bij de start van de brand zijn er minimaal 2 auto's nodig om de brand te kunnen blussen.

	transitions	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
end	A	≥ 0	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	B	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•	•
	C	≥ 3	2	•	1	0	•	•	•	•	•
	D	•	≥ 3	2	•	1	0	•	•	•	•
states	begin	E	•	•	≥ 3	2	1	0	•	•	•
	F	•	•	•	≥ 4	3	2	≤ 1	•	•	•
	G	•	•	•	•	•	≥ 3	2	≤ 1	•	•
	H	•	•	•	•	•	≥ 3	3	2	≤ 1	•
	I	•	•	•	•	•	•	≥ 4	3	2	≤ 1
end	J	•	•	•	•	•	•	•	•	•	≥ 0

STD school

De brand van een school heeft een redelijk aantal auto's nodig om geblust te kunnen worden. Verder is het een gelijkmatige brand. Bij de start van de brand zijn er minimaal 3 auto's nodig om de brand te kunnen blussen.

		transitions	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
end	A	≥ 0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	B	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•	•	•
	C	•	≥ 2	1	0	•	•	•	•	•	•	•
	D	•	•	≥ 3	2	1	0	•	•	•	•	•
states	begin	E	•	•	•	≥ 3	2	≤ 1	•	•	•	•
	F	•	•	•	•	≥ 3	•	2	≤ 1	•	•	•
	G	•	•	•	•	•	≥ 4	3	2	≤ 1	•	•
	H	•	•	•	•	•	•	≥ 4	3	≤ 2	•	•
	I	•	•	•	•	•	•	•	≥ 4	3	≤ 2	•
end	J	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	≥ 0

STD fabriek

De brand in een fabriek is een felle brand die een behoorlijke hoeveelheid brandweerauto's nodig heeft. In korte tijd moet het benodigde aantal middelen worden ingezet omdat anders de fabriek snel is afgebrand. Bij de start van de brand zijn er minimaal 4 auto's nodig om de brand te kunnen blussen.

		transitions	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
end	A	≥ 0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	B	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•	•	•
	C	•	≥ 3	2	1	0	•	•	•	•	•	•
	D	•	•	≥ 4	3	2	1	0	0	•	•	•
states	begin	E	•	•	•	≥ 4	3	2	≤ 1	•	•	•
	F	•	•	•	•	≥ 4	•	3	≤ 2	•	•	•
	G	•	•	•	•	•	≥ 5	4	3	≤ 2	•	•
	H	•	•	•	•	•	•	≥ 5	4	≤ 3	•	•
	I	•	•	•	•	•	•	•	≥ 5	4	≤ 3	•
end	J	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	≥ 0

STD ziekenhuis

De brand in een ziekenhuis is een gelijkmatige brand die lange tijd veel brandweerauto's nodig heeft. Bij de start van de brand zijn er minimaal 5 auto's nodig om de brand te kunnen blussen.

		transitions	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
end	A	≥ 0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	B	≥ 1	•	0	•	•	•	•	•	•	•	•
	C	•	≥ 4	3	2	1	0	•	•	•	•	•
	D	•	•	≥ 5	4	3	2	1	0	•	•	•
states	begin	E	•	•	•	≥ 5	4	≤ 3	•	•	•	•
	F	•	•	•	•	≥ 5	•	4	≤ 3	•	•	•
	G	•	•	•	•	•	≥ 5	•	4	≤ 3	•	•
	H	•	•	•	•	•	•	≥ 5	•	≤ 4	•	•
	I	•	•	•	•	•	•	•	≥ 5	•	≤ 4	•
end	J	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	≥ 0

BIJLAGE C Beschrijving scenario's

Voor de brandweertaak zijn 20 scenario's ontwikkeld die grofweg te verdelen zijn in twee categorieën. Tot de eerste categorie behoren de eenvoudige scenario's en tot de tweede categorie behoren de moeilijke scenario's. Het verschil tussen eenvoudige en moeilijke scenario's wordt vooral veroorzaakt door het aantal tijdstappen dat tussen twee opeenvolgende branden zit van gebouwen met een groot aantal slachtoffers (ziekenhuizen en fabrieken). Hoe minder het aantal tijdstappen tussen twee opeenvolgende branden, hoe moeilijker het scenario. Moeilijke scenario's zijn zo ontwikkeld dat het aantal tijdstappen tussen twee branden precies genoeg is om brandweerauto's terug te halen en vervolgens weer in te zetten. Voor het functioneren van de teamleden heeft dat een aantal consequenties. In eerste instantie moet het team zo snel mogelijk brandweerauto's bij de branden inzetten. Wanneer een gebouw in de stad gaat branden moet direct het geadviseerde aantal brandweerauto's worden ingezet. Indien van te voren een gevraagde melding wordt gegeven moet er worden geanticipeerd. Wanneer er te laat auto's zijn ingezet, duurt het langer voordat de brand geblust is. Zodoende is het niet mogelijk om op tijd middelen bij de volgende brand in te zetten. Het gevolg is dat minstens één van de twee gebouwen niet binnen de gegeven 20 tijdstappen brandmeester raken. Als gevolg daarvan vallen er slachtoffers.

Omdat de beslisser in moeilijke scenario's precies op tijd zijn inzet moet kunnen bepalen is deze afhankelijk van adequate berichtgeving van de waarnemer. De waarnemer moet op tijd essentiële berichten doorgeven. Dat wil zeggen dat gevraagde meldingen, nieuwe branden en wijzigingen in het aantal benodigde middelen binnen de tijdstap wanneer deze hebben plaatsgevonden moeten worden doorgegeven. Wanneer dat niet gebeurt kan de beslisser niet weten of een brandend gebouw meer of minder middelen nodig heeft. Zo kunnen gebouwen langer branden dan nodig is (omdat de inzet niet voldoet) of kunnen middelen te lang ergens blijven staan. In beide gevallen zijn de middelen langer in bedrijf dan nodig is en kan er niet op tijd worden ingezet bij een volgende brand.

De berichtgeving van de waarnemer is voor een deel afhankelijk van de berichtgeving van de beslisser. Om gevraagde meldingen goed te kunnen detecteren, moet de waarnemer van de beslisser te horen krijgen in welk kwadrant deze zullen voorkomen. Daarnaast moet de waarnemer op de hoogte blijven van de inzet van de beslisser voor het efficiënt inzetten van de verkenner. Dit is vooral belangrijk wanneer in een scenario een aantal grote gebouwen (maximaal drie) van gelijke waarde tegelijk gaan branden. De beslisser moet in die gevallen kiezen tussen twee gebouwen. Wanneer de beslisser geen bericht heeft verstuurd waaruit duidelijk wordt bij welk gebouw de auto's zijn ingezet, weet de waarnemer niet waar de verkenner naar toe moet om actuele informatie te verkrijgen. De waarnemer kan dan niet de actuele toestand van de brand doorgeven en melden of er minder middelen nodig zijn. Zoals hierboven is beschreven is dat vooral in moeilijke scenario's belangrijk omdat het anders niet mogelijk is de volgende brand op tijd te blussen.

Omdat in eenvoudige scenario's meer tijd zit tussen twee opeenvolgende branden, is het minder belangrijk dat de beslisser tijdig zijn inzet bepaald. Bovendien is het in eenvoudige

scenario's niet noodzakelijk om te anticiperen. Er is dus meer tijd om een beslissing te nemen of berichten te versturen. Ook wanneer de communicatie minder efficiënt verloopt is het dan toch nog mogelijk om een laag percentage slachtoffers te halen.

Een ander verschil tussen de eenvoudige en moeilijke scenario's is het aantal gebouwen dat gaat branden. In moeilijke scenario's vliegen meer gebouwen in brand dan in eenvoudige scenario's. Bovendien zijn dit vaak gebouwen waar veel brandweerauto's moeten worden ingezet. Een tekort aan middelen treedt op wanneer meerdere grote gebouwen (zoals fabrieken en ziekenhuizen) tegelijk gaan branden. In die gevallen moet de beslisser een afweging maken welke strategie het beste uitgevoerd kan worden. Voor een laag percentage slachtoffers moet de beslisser prioriteit geven aan branden die de grootste aantallen slachtoffers kunnen maken. Daarnaast moet de beslisser zich houden aan de geadviseerde inzet. Voor een laag percentage slachtoffers kan de beslisser dus het beste een 'keuze-strategie' hanteren. Dat wil zeggen dat wanneer er meerdere grote gebouwen tegelijk gaan branden en er een tekort aan middelen is, er gekozen wordt voor één gebouw en daar het benodigde aantal auto's naar toe stuurt.

Voor de training van de proefpersonen is een 'robot' ontwikkeld die de taak van respectievelijk de waarnemer en de beslisser kan uitvoeren. Deze geautomatiseerde teamleden zijn zodanig ontwikkeld, dat het gedrag van de menselijke teamleden zo veel mogelijk wordt benaderd. Hierbij is uitgegaan van een ideale menselijke waarnemer en beslisser.

De geautomatiseerde waarnemer geeft alle wijzigingen in de toestanden van de brand, nieuwe branden en gevraagde meldingen binnen de tijdstap waar deze gebeurtenissen zich aandienen door aan de beslisser. Binnenkomende berichten van de beslisser worden direct verwerkt en indien er een vraag wordt gesteld wordt deze direct beantwoord. De verkenner wordt door de geautomatiseerde waarnemer ingezet bij de gebouwen met de hoogste prioriteit. Indien er meerdere gebouwen met dezelfde prioriteit gaan branden, wordt de verkenner ingezet bij het gebouw waar de beslisser zijn middelen heeft ingezet.

De geautomatiseerde beslisser verwerkt direct alle binnengekomen berichten. Op basis van de verkregen informatie wordt in elke tijdstap de inzet bepaald. Elke nieuwe brand krijgt (indien beschikbaar) direct het benodigde aantal middelen toegekend. Bij een tekort aan middelen krijgen de gebouwen waar de grootste aantallen slachtoffers kunnen vallen voorrang. Middelen worden niet verdeeld. Gebouwen krijgen of het volledig aantal benodigde brandweerauto's of helemaal niets. Wanneer meerdere grote gebouwen met hetzelfde aantal slachtoffers tegelijk gaan branden, krijgt één gebouw het volledige aantal benodigde middelen. De geautomatiseerde beslisser maakt gebruik van de gevraagde meldingen en zet op voorhand het verwachte aantal benodigde brandweerauto's in. Zodra het systeem een melding geeft van het kwadrant waarin de pyromaan zich bevindt, wordt dat aan de waarnemer doorgegeven. Vragen van de waarnemer worden direct beantwoord.

Zowel de geautomatiseerde waarnemer als beslisser hanteren de meest optimale menselijke strategie. Door de robots met elkaar te laten spelen is het mogelijk het laagst mogelijke haalbare percentage slachtoffers te bepalen.

In de volgende sectie wordt beschreven op welke manier de branden in het systeem zijn vastgelegd. Het aantal bedreigden geeft het aantal mensen aan dat gevaar loopt als gevolg van de branden in de stad. Het percentage slachtoffers is het aantal slachtoffers dat is gevallen als gevolg van het afbranden van een gebouw ten opzichte van het totaal aantal bedreigden.

Scenario 1: aantal bedreigden: 2112, aantal slachtoffers robot: 600 (28.4%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	huis_A	gevaarmelding
03	huis_A	brand
01	complex_G	gevaarmelding
02	complex_G	brand
03	school_C	gevaarmelding
05	school_C	loos alarm
07	fabriek_K	brand
07	fabriek_I	brand
09	school_D	brand
14	ziekenhuis_A	gevaarmelding
17	ziekenhuis_A	brand

Scenario 2: aantal bedreigden: 2132, aantal slachtoffers robot: 521 (24.4%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
03	school_C	brand
04	complex_L	brand
04	complex_K	brand
04	complex_J	brand
07	fabriek_J	gevaarmelding
11	fabriek_J	brand
07	fabriek_L	gevaarmelding
11	fabriek_L	brand
15	ziekenhuis_B	brand
16	huis_G	brand

Scenario 3: aantal bedreigden: 3602, aantal slachtoffers robot: 1100 (30.5%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	fabriek_F	gevaarmelding
04	fabriek_F	brand
02	fabriek_I	gevaarmelding
04	fabriek_I	brand
03	complex_C	gevaarmelding
05	complex_C	loos alarm
08	ziekenhuis_B	brand
08	school_C	brand
10	ziekenhuis_C	gevaarmelding
14	ziekenhuis_C	brand
15	huis_J	brand

Scenario 4: aantal bedreigden: 2102, aantal slachtoffers robot: 612 (29.1%), moeilijk scenario, anticipatie is niet mogelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	school_C	brand
03	huis_B	brand
08	fabriek_C	brand
08	fabriek_D	brand
10	huis_E	gevaarmelding
13	huis_E	loos alarm
16	ziekenhuis_B	brand

Scenario 5: aantal bedreigden: 3502, aantal slachtoffers robot: 1000 (28.6%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	huis_K	brand
02	ziekenhuis_A	brand
07	fabriek_H	gevaarmelding
08	fabriek_H	brand
07	fabriek_G	gevaarmelding
08	fabriek_G	brand
07	fabriek_B	gevaarmelding
08	fabriek_B	brand
15	ziekenhuis_C	gevaarmelding
17	ziekenhuis_C	brand

Scenario 6: aantal bedreigden: 2512, aantal slachtoffers robot: 500 (19.9%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	fabriek_J	gevaarmelding
03	fabriek_J	brand
03	complex_D	gevaarmelding
05	complex_D	loos alarm
06	complex_H	gevaarmelding
08	complex_H	brand
09	fabriek_E	gevaarmelding
11	fabriek_E	brand
09	fabriek_J	gevaarmelding
11	fabriek_J	brand
15	ziekenhuis_B	brand
15	huis_I	gevaarmelding
17	huis_I	brand

Scenario 7: aantal bedreigden: 2112, aantal slachtoffers robot: 100 (4.7%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	fabriek_G	gevaarmelding
02	fabriek_G	brand
01	complex_C	gevaarmelding
04	complex_C	brand
03	huis_G	gevaarmelding
04	huis_G	loos alarm
06	fabriek_A	gevaarmelding
08	fabriek_A	brand
09	school_B	brand
11	ziekenhuis_A	brand

10	huis_C	gevaarmelding
14	huis_C	brand

Scenario 8: aantal bedreigden: 2512, aantal slachtoffers robot: 10 (0.4%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	huis_F	gevaarmelding
02	huis_F	brand
01	fabriek_A	gevaarmelding
03	fabriek_A	loos alarm
03	ziekenhuis_C	gevaarmelding
06	ziekenhuis_C	brand
09	fabriek_B	gevaarmelding
11	fabriek_B	brand
14	ziekenhuis_A	gevaarmelding
16	ziekenhuis_A	brand
16	complex_N	brand

Scenario 9: aantal bedreigden: 2604, aantal slachtoffers robot: 100 (3.8%), moeilijk scenario, anticipatie is noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	huis_F	gevaarmelding
03	huis_F	brand
01	ziekenhuis_C	gevaarmelding
02	ziekenhuis_C	brand
05	fabriek_B	gevaarmelding
07	fabriek_B	brand
07	huis_E	gevaarmelding
09	huis_E	brand
12	school_B	brand
13	huis_B	gevaarmelding
16	huis_B	loos alarm

Scenario 10: aantal bedreigden: 1132, aantal slachtoffers robot: 20 (1.8%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet mogelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	school_C	brand
03	complex_H	brand
03	complex_K	brand
03	complex_L	brand
14	ziekenhuis_A	brand
15	huis_M	brand

Scenario 11: aantal bedreigden: 714, aantal slachtoffers robot: 102 (24.4%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	school_B	gevaarmelding
02	school_B	brand
01	huis_C	gevaarmelding
03	huis_C	brand
02	complex_N	gevaarmelding
04	complex_N	loos alarm
05	school_D	gevaarmelding
08	school_D	brand
06	fabriek_K	gevaarmelding

08	fabriek_K	brand
15	complex_B	brand

Scenario 12: aantal bedreigden: 2202, aantal slachtoffers robot: 613 (27.8%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet mogelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	school_A	brand
07	fabriek_K	brand
07	fabriek_I	brand
16	ziekenhuis_A	brand
17	huis_K	brand

Scenario 13: aantal bedreigden: 1112, aantal slachtoffers robot: 0 (0.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	ziekenhuis_C	gevaarmelding
03	ziekenhuis_C	brand
01	huis_A	gevaarmelding
02	huis_A	brand
04	fabriek_C	gevaarmelding
05	fabriek_C	loos alarm
05	school_D	gevaarmelding
07	school_D	brand
10	complex_D	brand

Scenario 14: aantal bedreigden: 1112, aantal slachtoffers robot: 500 (45.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet mogelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	huis_E	brand
04	fabriek_A	brand
04	fabriek_E	brand
11	complex_F	brand
13	school_B	brand

Scenario 15: aantal bedreigden: 1016, aantal slachtoffers robot: 0 (0.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	huis_J	gevaarmelding
04	huis_J	brand
03	ziekenhuis_A	gevaarmelding
06	ziekenhuis_A	brand
07	complex_G	gevaarmelding
09	complex_G	loos alarm
07	huis_A	gevaarmelding
11	huis_A	brand
10	complex_B	gevaarmelding
14	huis_I	brand

Scenario 16: aantal bedreigden: 1506, aantal slachtoffers robot: 501 (33.3%), moeilijk scenario, anticipatie is niet mogelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	huis_C	brand
04	fabriek_A	brand
04	fabriek_E	brand
12	fabriek_B	brand

13	huis_E	brand
16	huis_D	brand

Scenario 17: aantal bedreigden: 1106, aantal slachtoffers robot: 0 (0.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	ziekenhuis_B	gevaarmelding
03	ziekenhuis_B	brand
02	huis_F	gevaarmelding
04	huis_F	brand
05	fabriek_J	gevaarmelding
06	fabriek_J	loos alarm
12	school_C	brand
12	huis_G	gevaarmelding
14	huis_G	brand
12	huis_H	gevaarmelding
14	huis_H	brand

Scenario 18: aantal bedreigden: 1104, aantal slachtoffers robot: 0 (0.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
03	huis_E	gevaarmelding
05	huis_E	brand
05	ziekenhuis_A	gevaarmelding
08	ziekenhuis_A	brand
10	huis_F	gevaarmelding
13	huis_F	brand
12	school_C	gevaarmelding
14	school_D	brand
15	huis_D	gevaarmelding
17	huis_D	loos alarm

Scenario 19: aantal bedreigden: 106, aantal slachtoffers robot: 0 (0.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
02	huis_B	gevaarmelding
05	huis_B	brand
02	huis_J	gevaarmelding
05	huis_J	brand
06	school_A	gevaarmelding
08	school_A	brand
11	huis_E	gevaarmelding
13	huis_E	brand
14	fabriek_B	gevaarmelding
16	fabriek_B	loos alarm

Scenario 20: aantal bedreigden: 1104, aantal slachtoffers robot: 0 (0.0%), eenvoudig scenario, anticipatie is niet noodzakelijk.

Tijdstap	Gebouw	Gebeurtenis
01	ziekenhuis_B	gevaarmelding
04	ziekenhuis_B	brand
05	huis_A	gevaarmelding
08	huis_A	brand
08	huis_I	gevaarmelding
11	huis_I	brand

11	school_C	gevaarmelding
13	school_C	brand
14	huis_C	gevaarmelding
17	huis_C	loos alarm

Uit de hierboven beschreven scenario's is een keuze gemaakt voor de training, de voor- en nameting en de experimentele scenario's. Bij de keuze van de scenario's voor de training is er op gelet dat alle elementen van het systeem en de taak aan bod zouden komen in de training scenario's. De volgorde van de scenario's is zo bepaald dat de teamleden eerst de eenvoudige scenario's aangeboden kregen om aan het systeem te kunnen wennen. De teamleden uit de controlegroep hebben scenario 20, 19, 09 en 08 doorlopen voor de oefening met de eigen taak. De teamleden uit experimentele groep hebben eerst scenario 20 en 09 doorlopen voor de oefening in de eigen taak, daarna scenario 19 en 08 doorlopen voor de oefening van de taak van de teamgenoot en vervolgens scenario 12 en 14 doorlopen voor de oefening van de eigen taak in teamverband. Voor de voor- en nameting is gekozen voor een moeilijk scenario (scenario 1) omdat de verwachting was dat eventuele verschillen in de teamprestatie zich vooral zouden voordoen op de moeilijke scenario's. De 8 experimentele scenario's zijn zo gekozen dat het percentage slachtoffers van de robot (de best mogelijke score) zo laag mogelijk was. Daarbij zijn 4 eenvoudige en 4 moeilijke scenario's gekozen.

BIJLAGE D Volgorde experimentele scenario's

Team

:										
1	10	02	04	13	15	06	16	17		
2	06	10	15	16	02	13	17	04		
3	16	13	10	04	06	17	15	02		
4	15	04	16	10	17	02	06	13		
5	13	06	02	17	10	16	04	15		
6	02	15	17	06	04	10	13	16		
7	04	17	13	02	16	15	10	06		
8	17	16	06	15	13	04	02	10		

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-B013	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-B013
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 787.2	5. CONTRACT NUMBER B96-020	6. REPORT DATE 2 September 1996
7. NUMBER OF PAGES 57	8. NUMBER OF REFERENCES 22	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim
10. TITLE AND SUBTITLE De invloed van training in elkaars taken op de besluitvorming in teams (The impact of cross-training on team decision making)		
11. AUTHOR(S) J.M.C. Schraagen and P.C. Rasker		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence Research Schoemakerstraat 97 2628 VK Delft		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) In planning and decision making tasks in which a lot of information has to be exchanged among team members under time pressure, it is of importance that team members are aware of each other's tasks and information needs and processing, because in that case team members can provide each other with the right information in time and without being explicitly asked for it. When well-coordinated teams anticipate on each other's information needs, this is taken as evidence that members of the team have developed a 'shared mental model'. In this report an experiment is described that has used a paradigm for team decision making with which shared mental models can be manipulated experimentally and their effects can be measured objectively. The task is carried out by two team members who are dependent on each other's information. By means of cross-training in each other's tasks, a shared mental model has been established by team members in the experimental group. The control group only received information about the team member's task on paper and was not cross-trained. The results showed that cross-training contributes to efficient communication by volunteering information without the other team member having to explicitly request it.		
16. DESCRIPTORS Command and Control Decision Making Training		IDENTIFIERS Teams
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.